



MEGÚJULÓ ÉPÍTÉSZET

Tervezési alapelvek és stratégiák
egy körforgásosságra és
elégességre épülő világban

Török Bence



MEGÚJULÓ ÉPÍTÉSZET

Tervezési alapelvek és stratégiák egy körforgásosságra és
elégességre épülő világban

Török Bence

DLA dolgozat

Témavezető

Major György DLA

Mestermunka

Kuijpers irodaház bővítése, s'-Hertogenbosch, Hollandia

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Építőművészeti Doktori Iskola

2023

Absztrakt

Megújuló építészet

Tervezési alapelvek és stratégiák egy körforgásosságra és elégségességre épülő világban

Az emberi tevékenység hatására felborult a természet egyensúlya, veszélybe kerültek az életünkhöz szükséges feltételek. A gazdaság jelenlegi működése következtében felborult a társadalmi egyensúly is, mely egyenlőtlenséghez és igazságtalansághoz vezet. Az építészet is részben hozzájárul ezekhez a problémákhoz, negatív hatással van természetes környezetünkre. Az építéseknek, mint más építőipari szereplőknek is felelősségük van ezekben a negatív hatásokban. Tervezési modellváltásra van szükség, melyben az építészet hozzájárul olyan a gazdasági és társadalmi változásokhoz, melynek körforgásokra és elégségességre épülnek.

A fenntarthatóság öko-hatékonysága helyett öko-hatásosságra kell törekednünk, az építészeti tervezésnek és az építésnek a környezet javára kell válnia. Az ökológia szemszögéből kell vizsgálnunk a tennivalóinkat, az emberiségre a természet rendszerének egy elemeként kell tekintenünk. A természetes körforgások mintaként szolgálhatnak az építészet számára. A megújulásra és körforgásokra épülő tervezés a megújuló építészet.

A megújuló tervezés az épített környezetet a teljes életciklusában vizsgálva kínál tervezési alapelveket, melyek a múlthoz, a jelenhez és a jövőhöz kapcsolódnak. Figyelembe kell venni a természet, a társadalom és a gazdaság szempontjait, fontos a megőrzésre, csökkentésre és visszaforgatásra való törekvés, mindezeket az építészet három alapelemére kell értelmezni, azaz az anyaghasználatra, funkcióra és térre.

1

2

A megőrzésre törekvés a természetes és társadalmi körforgások fenntartását és létrehozását jelenti. Az épületekben és városokban a használókra támaszkodva lehet elérni a fogyasztás csökkenését. Az anyagokat a teljes életciklusukban kell vizsgáljuk, az eredet figyelembevétele elsődleges. Az anyagok hosszútávú használhatósága a rétegezettség és szétszedhetőség által valósulhat meg, emellett törekedni kell az anyagok újrahasználatára is. A terek hosszútávú használhatósága jelenti a megújuló építészet gazdaságosságát, mely a változás lehetővé tételén keresztül valósul meg. Figyelembe kell venni a funkciót és változásait, valamint az építetők szándékot, mindezek hatással vannak az épületek megújulási ciklusára. A téri és funkcionális specifikusság meghatározása által lehet kiválasztani a megfelelő alkalmazkodóképességet.

A megújuló tervezés nyitott végű tervezésnek tekinthető, melynek része a tökéletlenség elfogadása, a belső szépségre való törekvés, az anyaghasználati nyitottság és hosszútávú jelenlét aktív használata.

A megújuló építészet megvalósulása érdekében újra fel kell fedezni a hagyományos építési technológiákat és a természettel való kapcsolatunkat. Körforgásos magok elültetésével kell kezdenünk és ezeket össze kell kapcsolni egymással. Így tudunk elmozdulni egy körforgásosságra és megújulásra épülő világ felé, ehhez lényeges elem a tudás megosztása és átadása. Meg kell változtatnunk a gondolkodásmódunkat, elégségességre kell törekednünk. A cél egy élő és mindig változó építészet.

Tartalomjegyzék

Absztrakt	1
Bevezető	5
0. melléklet Fogalomtár	7
1. Változásra van szükség	11
1.1 Felborult a gazdasági és társadalmi egyensúly	12
1.2 Az építészet és építőipar negatív hatása a környezetre	13
1.3 Az építész közvetett felelőssége a környezetért	14
1.4 Tervezési modellváltás	15
2. Természetes körforgások	17
2.1 Építészet a környezet javára avagy a körforgások bezárása	18
2.2 Természet – társadalom – gazdaság	19
2.3 A természeti körforgás példája	19
3. Időbeli körforgás	21
3.0 Megújuló tervezés	22
3.1 A természetes és társadalmi körforgások	27
3.1.2 Természetes körforgások megteremtése	28
3.1.3 Társadalmi körforgások megteremtése	32
3.1.4 Csökkentésre törekvő, tudatos használat	35
3.2 Az anyagok körforgása	41
3.2.1 Az anyagok eredete	42
3.2.2 Az anyagok használata, avagy a szétszedhetőség	46
3.2.3 Az anyagok visszaforgatása azaz újrahasználat	49
3.3 A funkció és tér körforgása	55
3.3.1 Gazdaságosság avagy a minél tovább használható épület	55
3.3.2 A változás lehetővé tétele	56

3

4

4. A megújuló tervezés, mint nyitott végű tervezés	67
4.0 Nyitott végű tervezés	68
4.1 Tökéletlenség és belső szépség	68
4.2 Anyaghasználati nyitottság	70
4.3 Hosszú távú jelenlét	71
5. Megújuló építészet felé	75
5.1 Újrafelfedezés és természetesség	76
5.2 Körforgásos magok elvetése	76
5.3 Gondolkodásmód váltás	78
5.4 Élő és mindig változó építészet	79
1. melléklet Megújuló tervezési segédeszközök	83
2. melléklet A mestermunka stáblistája	99
3. melléklet Bibliográfia	101
4. melléklet Képek jegyzéke	107
5. melléklet Tézisek	111
6. melléklet Abstract	113
7. melléklet Thesis statements	115
8. melléklet Szakmai önéletrajz	117
9. melléklet Nyilatkozat	124
10. melléklet Köszönetnyilvánítás	125

Bevezető



1. ábra: Az
oxfordi New
College étkezője

Stewart Brand az alábbi történetet idézi fel könyvében: az oxfordi New College étkezőjének építésekor, a 14. században, számítva arra, hogy a nagy keresztmetszetű tölgyfa gerendákba be fog költözni a szű, ültettek egy tölgyfa ligetet a gerendák pótlására. Ötszáz éven át, erdészről erdészre szállt a tudás, hogy azokat a bizonyos fákat csak az étkező gerendáinak pótlásakor szabad kivágni (Brand, 1995).

A fenti történet talán csak legenda, de jó példa arra a szemléletre, miszerint az építés több mint a pillanatnyi funkcionális igények kielégítése. Az építés egy olyan felelősségteljes magatartás kell legyen, mely a múltat, a jelent és a jövőt is figyelembe veszi. A példában az egyetem alapításakor felismerték, hogy ami most épül, az hatással van a múltban felhalmozott javakra, mert azok új formában kerülnek felhasználásra és hatással a jövő generációira, mert elérkezik az a pillanat, amikor le kell cserélni az elöregedett gerendázatot. Ez a fajta visszafele és előre gondolkodás kell, hogy jellemezze az összes épületünket, ilyen szellemben kell nekiállnia az építészeknek, az építőknak és kezdeményezőknek annak érdekében, hogy megújuló épületeket kapjunk.

2015-ben, az építőművészeti doktori iskolában kezdtem először fenntartható építészet kutatásával foglalkozni, mert míg a mindennapi életben egyre gyakrabban szembesültem a klímaváltozás hatásaival, közben úgy éreztem, hogy az építészeti feladatok során csak a fenntarthatóság felszínét kapargatjuk az alkalmazott megoldásokkal. A Hollandiába való költözésem idején találkoztam először a körforgásos gazdaság elméletével és építészeti példáival. Innentől kezdve ez került az érdeklődésem középpontjába és így találtam rá a munkahelyemre, a DOOR architecten irodára is. A fiatal építésziroda szintén ebben az időben kezdett élénken érdeklődni a körforgásosság elveinek építészeti alkalmazása iránt, leginkább pályázatok és lelkes megrendelők adta lehetőségek segítettek elmélyíteni a gyakorlati és elméleti tudásunkat ezen a területen.

Az alábbi dolgozat az utóbbi évek tervezői tapasztalatainak és kutatásának összegzése. A tudás megosztása és elérhetővé tétele rendkívül fontos útkeresésben lévő világunkban, ez az én hozzájárulásom ennek megvalósulásához.

0. melléklet

Fogalomtár

Dolgozatom elején szeretnék bemutatni néhány olyan fogalmat, melyek alapvető hatással voltak a gondolkodásomra és ismeretük szükséges a dolgozatom megértéséhez.

A **fenntartható fejlődés** (sustainable development) legtöbbet idézett definíciója az ENSZ Környezet és Fejlődés Világkonferencián született meg 1987-ben és így szól: Csak az a fejlődés fogadható el, amely anélkül elégíti ki a mai generáció szükségleteit, hogy veszélyeztetné a jövő generációinak lehetőségeit saját szükségleteik kielégítésében (Brundtland, 1987).

A **fenntarthatóság** (sustainability) fogalma leggyakrabban ebből a definícióból indul ki, de ide sorolható minden olyan törekvés, mely csökkenteni akarja a földi ökoszisztémára gyakorolt negatív hatásokat. Olyan általánosan és széleskörűen elterjedt ernyő-fogalomná vált, melynek egyre több jelentést tulajdonítanak, hasonlóan a **fenntartható építészet** (sustainable architecture) fogalmához. Kenneth Frampton úgy fogalmaz, hogy annyiféle fenntartható építészeti magatartás létezik, ahány építész (Frampton, 2001).

Az oslói építészeti triennáléra készült publikációra (Devliegher, 2014) támaszkodva 4 fő stratégiát határoztam

meg, melyek körülírják a jelenleg megtalálható építészeti fenntarthatósági törekvéseket:

1. Modernista típusú, technológiába és a tervezési találmányokba vetett hit (Guy, 2012) jellemzi az első és egyben legnagyobb kategóriát. A kutatások középpontjában az épületek használati energiamérlegének optimalizációja, anyagfelhasználása és az azok előállításához szükséges energia, (Bekkering et al., 2021) és az építőanyagok innovációja áll.
2. újrakezdés és természetesség jellemzi azokat a törekvéseket, melyeket a Lányi Erzsébet „sötét-zöld” irányzatnak nevez, melyek a kapitalista globalizmus összeomlásával számolnak, helyi, kisléptékű, autonóm közösségekre számítanak, melyek a természet és az ember szimbiózisára épülnek. (Lányi, 2010).
3. visszaforgratás és körforgásokra való törekvés jellemzi a harmadik kategóriát, mely nem újkeletű, de széles körben elterjedőben lévő stratégia.
4. Az esztétikát állítja a stratégia középpontjába a negyedik és egyben utolsó kategória, melybe tartozó építészek azzal érvelnek, hogy a szép, igényesen megtervezett vagy egyszerű

épületek tovább használatban maradnak, ezáltal fenntarthatóbbak.

Ezek a törekvések mind értékes lépéseket tesznek a káros hatások csökkentése érdekében, de jelentős hatást nem érnek el. Mikor a dolgozatomban fenntartható építészeztől beszélek akkor ezen stratégiákra utalok.

A fenntarthatóság fogalmát kritikával kell illetnünk, jelentése kiüresedett, és rossz kiindulópontot határoz meg a törekvéseink számára. Mára világossá vált, hogy ha felelősséggel viseltetünk a bolygónk és embertársaink iránt, akkor nem kívánhatjuk fenntartani a jelenlegi rendszerünket. Új célokat kell kitűznünk magunknak. Olyanokat, melyek tényleges változásokhoz vezetnek a hatékonyság 8 növelése helyett.

Számtalan fontos írás foglalkozik a lehetséges vagy szükséges teendőkkel, és mindenki más irányból közelíti meg a javasolt tennivalókat. A kitűzött irány azonban azonos, mert társadalmi változásokat sürgetnek egytől egyig. Schumacher új humanizmust hirdet, egy olyan emberközpontú társadalmat, melyben megvalósul a tömegek általi termelés és mindenki elfogadja a valódi szükségleteit. Emberléptékű, kicsi és egyszerű megoldásokat javasol (Schumacher, 2014). Erich Fromm szerint az egzisztenciális fenyegetés ellenére cselekvésképtelen társadalmat csak egy lelki változás tudja elindítani a szükséges változás felé. Egy belülről jövő társadalmi átalakulás tud olyan létezésorientált társadalmat építeni, mely új etikára, új természetkapcsolatra, szolidaritásra és együttműködésre épül (Fromm, 1984). Ferenc pápa hozzájuk hasonlóan arra

szólít fel, hogy érezzük át, hogy szoros egységben vagyunk mindennel, ami létezik, mert ebből magától meg fog születni a szükséges mértéktartás és a törődés (Ferenc pápa, 2015).

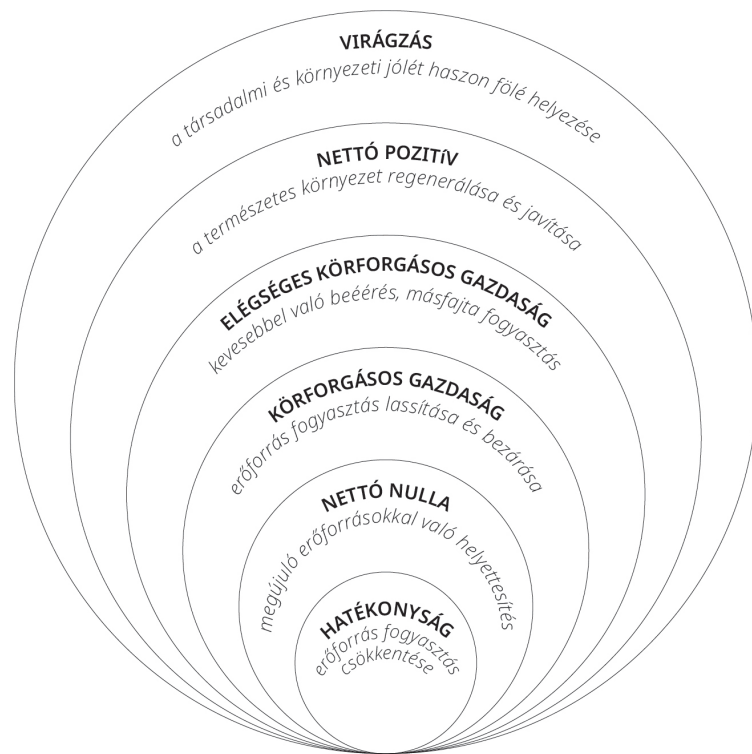
A maastrichti egyetem kutatói a következő oldalon található ábrával (2. ábra) szemléltetik azokat a gazdasági-társadalmi modelleket, melyeket lépcsőfoknak tekinthetünk egy virágzó társadalom irányába (Bocken & Short, 2021).

A **virágzás** (flourishing) egy olyan állapot, melyben az emberiség egyensúlyban él a természettel, melyben a társadalmi és környezeti jólét a gazdasági profit fölé helyeződik. A virágzás állapotában az emberek és más élőlények megélik a génjeikben rejlő lehetőségeket, aktívan gondoskodnak magukról, embertársaikról és más élőlényekről miközben osztoznak az alkotás és spiritualitás örömeiben (Ehrenfeld, 2019).

Az ide vezető út a **hatékonyság** növelésével indult és a megújuló energiaforrások kihasználásával (**nettó nulla**) folytatódott, nagyjából ezen a szinten állnak jelenleg a globális törekvéseink (Bocken et al., 2022).

A **körforgásos gazdaság** (circular economy) a mai világunk egyik jelentős célkitűzése. Az Európai Parlament 2020. január 15-én fogadta el az európai Zöld Terv megállapodást, mely többek között a körforgásos gazdaságra való átállással kapcsolatos célkitűzéseket is tartalmaz (Európai Bizottság, 2019). A modell az alábbi hét jellemzővel magyarázható:

1. Az anyagokat a gazdaságban úgy alkalmazzák, hogy azok folyamatosan



2. ábra: Egy új, fenntartható társadalom felé, saját ábra, Bocken et al., 2022 ábrájának fordítása

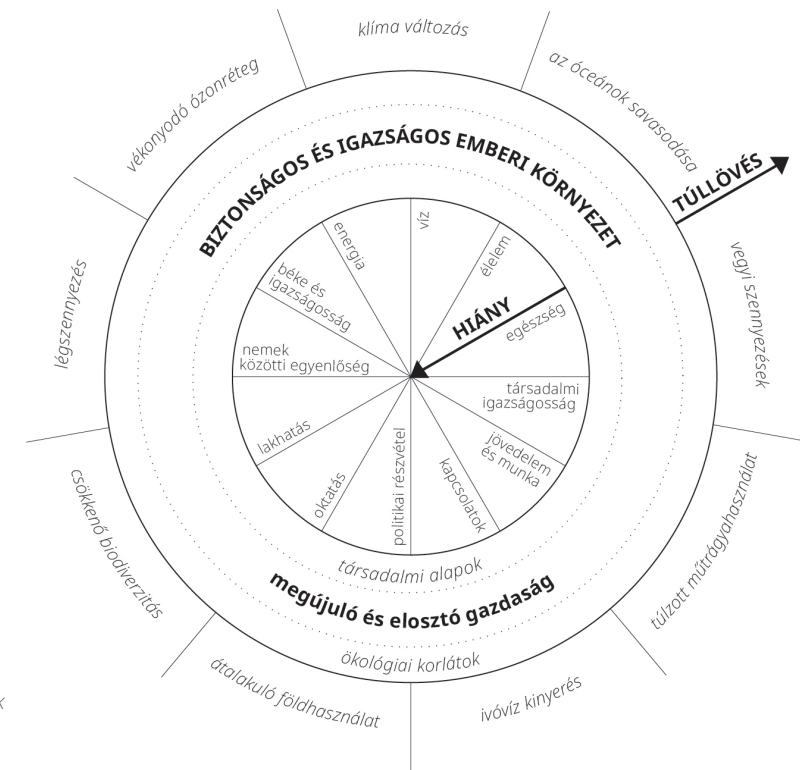
9

- minőségi módon újrahasznosíthatók legyenek és körforgásban maradjanak.
2. Minden energia megújuló forrásból származik.
 3. Minden emberi tevékenység strukturálisan támogatja és erősíti a biológiai sokféleséget.
 4. Megőrzi az emberi társadalmat és kultúrát.
 5. Strukturálisan támogatja az emberek és más fajok egészségét és jólétét.
 6. Az emberi tevékenységek maximalizálják a társadalmi értékek létrejöttét.
 7. A vízkészletek kitermelése és körforgásban tartása fenntartható módon történik. (Gladek, 2019)

Azonban a körforgásos gazdaság nem törekszik a jelenlegi túlfogyasztás visszafogására (Bocken et al., 2022), ezért elérése után a következő lépcsőfok az **elégséges körforgásos gazdaság**

(sufficiency circular economy). Az elegendőség vagy **elégségesség** (sufficiency) meghatározása: jól élünk felesleg nélkül, kielégítve az élethez szükséges alapvető szükségleteket. Mindeközben előtérbe helyezzük az életminőséget a munka, az oktatás és a szabadidő terén, és nem törekszünk az ember végtelen birtoklási vágyának kielégítésére. Az elmélet kidolgozója Alexander úgy határozza meg, hogy: Elég, mindenkinek, örökre. Ennek elérése úgy lehetséges, ha az élet bizonyos fogyasztási korlátok között zajlik, melyet a bolygó adta keretek határoznak meg (Alexander, 2012).

Az elégséges körforgásos gazdaságban a fogyasztás elkerülése az ideális cél, de a csökkentés és újragondolás is célravezető lehet. Minden fogyasztási döntés tudatos kell legyen, melynek alapja a fenntarthatóság, a tárgyak és eszközök



3. ábra: A fánk gazdasági modell, saját ábra Raworth, 2017 ábrájának fordítása

10

minél tovább való használata, a javítás és az újrahasználat. A jelen életünkben is van példa mindenki által elfogadott elégségességi korlátra, a szabályozási tervek keretei az épített környezet minőségét helyezik előtérbe amikor korlátokat állítanak az építés elé.

A kutatások abba az irányba mutatnak, hogy annak érdekében, hogy a föld eltartóképessége ne kerüljön veszélybe olyan fogyasztási korlátokat kellene bevezetni, melyet mindenkinek tiszteletben kell tartania, annak érdekében, hogy a Föld teljes lakossága igazságosan részesüljön a szükséges fogyasztási javakból (Cohen, 2020).

A Kate Raworth nevéhez köthető **fánk gazdasági modell** (doughnut economy) egy elégségességen és körforgáson alapuló gazdasági rendszer. A modell egy fánk formájában jeleníti meg a

fenntarthatóság keretrendszerét (3. ábra). A fánk belső gyűrűjében az emberiség minden tagját megillető 12 társadalmi alapkő található, a fánk külső gyűrűjében a bolygónk ökológiai határai (Raworth, 2017).

A fánk modellben a gazdaság akkor tekinthető fenntarthatónak, amennyiben a 12 társadalmi alapkő biztosítva van minden ember számára és a kilenc ökológiai határ egyikét sem lépi át az emberiség. A két gyűrű között található az emberiség biztonságos és igazságos élettere.

A fánk gazdasági modell célja egy olyan világ létrehozása, melyet jobb állapotban hagyunk magunk után, mint ahogy megkaptuk (Raworth, 2017). Ez a **nettó pozitív** (net positive) állapot, mely közvetlenül előzi meg a virágzást.

1. Változásra van szükség

Első tézis

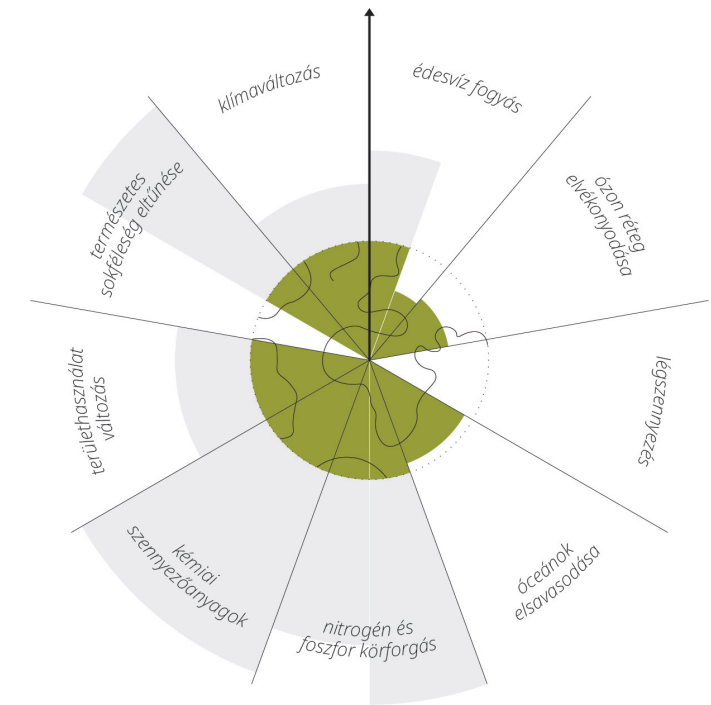
Az építészet a jelen formájában, a gazdaság mintájára, végtelen növekedésből és korlátok nélkül elérhető anyagokból indul ki és hozzájárul a környezet károsításához. Az építészeknek ki kell használniuk, hogy hatással vannak az építőipari folyamatokra. Felelősségük van az épületek (természetes, társadalmi és gazdasági) környezetre gyakorolt hatásában és ennek tudatában kell tervezniük. A fenntarthatóság helyett a tervezést egy olyan holisztikus szemléletmóddal kell megközelíteniük, mely újrafogalmazza a természet és az építészet viszonyát, körforgásokra és elégségességre épül.

4. ábra: A világ kilenc létfenntartó rendszere közül hat veszélyben van, Richardson et al., 2023 ábrájának fordítása

12

1.1 Felborult a gazdasági és társadalmi egyensúly

Az emberiség a Föld ökoszisztémájára gyakorolt hatása akkora léptékű, hogy 2002-ben Paul Crutzen, Nobel díjas vegyész azt javasolta, hogy tekintsük a holocén korszakot lezártnak és nevezzük az emberiség új földtörténeti korszakát antropocénnek, melynek jelentése „emberi éra” (Zalasiewicz et al., 2008). Ez a globális szinten érezhető hatás azt is jelenti, hogy az emberiségnek felelőssége van a bolygóért és annak jövőjéért (International Geosphere-Biosphere Programme, 2015).

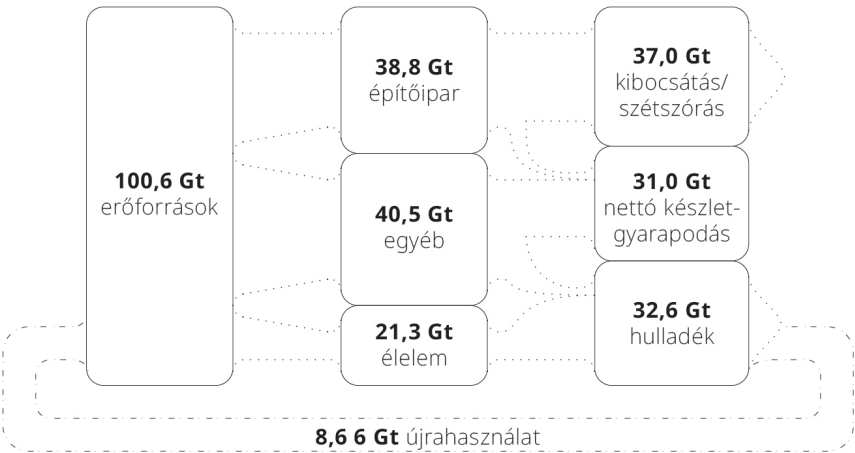


Az antropocén korszakban az emberiség számtalan krízissel szembesül, a világ kilenc létfenntartó rendszere (klímaváltozás, édesvíz fogyás, ózonréteg elvékonyodása, légszennyezés, óceánok elsavasodása, nitrogén és foszfor körforgása, kémiai szennyezőanyagok, területhasználát változás, természetes sokféleség eltűnése) (4. ábra) közül 6 veszélyben van (Richardson et.al., 2023). Emellett, habár gazdasági rendszerünk alapja a folyamatos növekedés, mely arra épült, hogy a minél gyorsabb növekedés által biztosítson jólétet az egész emberiség számára, mára egyértelművé vált, hogy mai formájában képtelen a világ több mint 7 milliárd embere számára biztosítani a 12 társadalmi alapkövet (víz, élelem, egészség, oktatás, jövedelem és munka, béke és igazság, érdekérvényesítés, társadalmi igazságosság, nemek közötti egyenlőség, lakhatás, hálózatok, energia) (Raworth, 2017).

Gazdasági rendszerünk nem veszi figyelembe, hogy a természetes erőforrások, amelyekre épít, végesek és legtöbbjük kimerülőben van. A természet zárt rendszer, mely épít, lebont és újratermel, ha többet használunk, mint ami termelődik és többet szennyezzünk, mint amit lebontani képes, elérjük a rendszer határait.

1.2 Az építészet és építőipar negatív hatása a környezetre

A probléma részét képezi az építőipar jelenlegi működése is, az éves Circularity Gap Report átfogó és ijesztő képet mutat a nyersanyag és energia felhasználásáról. A világ gazdaságban évente körülbelül 100 gigatonna nyersanyag kerül felhasználásra, ennek nagyjából 39 %-a jut az építőiparra (5. ábra) (Circle Economy, 2022). A világ energiafogyasztásának 45%-át az épületek üzemeltetése teszi ki, 5%-át az építőipar (Zöld 1999) és ez csak kis, könnyen számszerűsíthető szelete annak, hogy az építőipar és az építészet milyen nagy hatással van környezetünkre és ezáltal az életünkre. Még ha úgy is tűnhet, hogy az építőipar a közvetlen környezetünkre pozitív hatással van, a Földünkre és környezetünkre ez a hatás egyértelműen negatív. A jelen formában az energia- és a nyersanyagfelhasználás olyan módon történik, mely szennyezi és károsítja a környezetet a kitermelés és hulladéktermelés által, valamint kimeríti a Föld anyagi erőforrásait.



5. ábra: A világ-gazdaságban évente körülbelül 100 Gigatonna nyersanyag kerül felhasználásra, ennek nagyjából 39%-a jut az építőiparra, és kevesebb, mint 9%-a kerül újrafelhasználásra, saját ábra Circle economy, 2022 ábrájának átdolgozása

Az építészet jelentős része évszázadokon keresztül csak a helyi erőforrásokra és helyben elérhető anyagokra támaszkodott. Ezeket a természetes anyagokat helyben kifejlesztett módszerekkel dolgozták fel és építették be. A hagyományos építészet kezdetleges eszközökkel törekedett az ember komfort körülményeinek megteremtésére, de

tökéletlensége nyomán a benne lakó/élő ember, ha korlátozottan is, de része maradt a természetes környezetnek.

Az ipari forradalomtól kezdve, az anyagszállítás fejlődésével együtt az építőanyagok, mivel sok esetben hosszabb szállítási utat tettek meg, nagyobb terhet róttak a környezetre. Ezzel együtt egyre több mesterséges anyag is kezdett elterjedni, melyek alapanyagainak kinyerése és előállítása is a környezet terhelésével járt. A 19. századig az építőanyagok leginkább a föld biotikus és abiotikus anyagaiból készültek, a 20. századtól jellemző a mesterséges anyagok széleskörű elterjedése. Ezek emberekre és környezetünkre gyakorolt valós hatásai a 20. század második feléig nem kerültek a kutatások fókuszába.

A modern építészet a modern technológia segítségével határozott vonalat húz a természetes és mesterséges terek között. A mai épületekben nagyrészt mesterséges anyagok vesznek körül minket és mára életünk 85-90%-át töltjük belső terekben (European Commission, 2003). A cél a tökéletes elszigeteltség megteremtése és a természet korlátok közé szorítása, annak érdekében, hogy minél inkább kontroll alatt tudjuk tartani a bel- és kültéri környezetünket. Ennek vetjük alá a technológiai fejlődést, ennek érdekében fejlesztünk jobbnál jobb anyagokat, de közben megfedkezünk ezeknek az anyagoknak a környezetre és az emberekre gyakorolt hatásáról. Ezzel együtt elidegenedünk a természetes környezettől, holott a természetes környezet bizonyítottan pozitív hatással van az érzelmi és kognitív képességeinkre (Cooper, 2015 és Ulrich et al., 1991).

1.3 Az építés közvetett felelőssége a környezetért

Az építészeti tervezés a jövő körülményeit alakítja, arra törekszik, hogy a jelen tudásunk alapján kitűzzük a későbbi életünk, vagy mások életének kereteit. Abból indulunk ki, hogy az építéshez szükséges anyagi és szellemi erőforrások rendelkezésre fognak állni, ha ez nem így lenne, nem is lenne érdemes nekikezdeni. Úgy tűnik azonban, hogy ezt a bizonyosságot fel kell adjuk annak érdekében, hogy a jövőről felelősen tudjunk gondolkodni.

Peter van Assche holland építész (Van Assche, 2019) székfoglaló előadásában úgy fogalmaz, hogy az építészeti rajzainknak kulturális és morális dimenziója van. Ezzel arra utal, hogy minden, amit építészként papírra vetünk hatással van a környezetünkre abban a pillanatban, hogy megépül. Ha valóban fenntartható módon, a jövőről felelősen

gondolkodva akarunk tervezni, akkor ezt a felelősséget átgondolva és mérlegelve kell terveznünk.

Építésként szolgáltatást nyújtunk az ügyfeleink számára és nem vagyunk (feltétlenül) hatással a teljes projektre, ugyanakkor lehetőségünk van megkérdőjelezni a tervezési feladataink célkitűzéseit. Vegyük fel a katalizátor szerepét és stimuláljuk, lelkesítsük ügyfeleinket a fenntartható célok érdekében (Hammink et al., 2021). Meg van kötve a kezünk, mert csak bevizsgált, biztonságos, tartós anyagokkal tervezhetünk, de felelősségünk van abban is, hogy ezek elérhetőségét a beszállítóktól kikényszerítsük, a kivitelezőt segítsük a jó alternatíva megtalálásában, és rávilágítsunk az olcsóbb, bevált megoldás hosszú- vagy rövidtávon esetleges káros hatásaira.

1.4 Tervezési modellváltás

A **fenntartható építészet** felismerte a természetes környezetre gyakorolt negatív hatásokat. Elfogadta, hogy nem tud úgy építkezni, hogy legalábbis kis mértékben ne károsítaná a környezetét, ezért különböző stratégiákkal megpróbálta a negatív hatásokat minimalizálni. A különböző **fenntartható építészeti** stratégiák mind értékes lépéseket tesznek, de törekvéseik még nem hoznak kellő eredményeket.

Ha feltesszük, hogy az építészet fenntarthatósághoz fűződő viszonya a kultúra és természet közötti viszonyból indul ki (Guy, 2012) akkor azonnal szembesülünk azzal az ellentmondással, hogy az építészet elsődleges és alapvető célja a természet elemeitől való védelem, a hajlék készítése, a természettől vesz el teret. Az elvétel mikéntje és ezáltal a természet és az építészet közötti viszony válik központi kérdéssé.

Az építészet valamilyen formában minden emberre hatással van, mélyen be van ágyazva a társadalmi és gazdasági rendszerekbe: nagy hatással van a természetes környezetünkre, ugyanakkor mesterséges környezetünk alapvető eleme. Ebből kifolyólag az építészeti tervezést, mint jövőre irányuló tevékenységet eszközént használhatjuk arra, hogy hozzájáruljunk egy igazságos és **virágzó** gazdasági és társadalmi rendszer kialakulásához, mely **körforgásokra** és **elégességre** épül. Holisztikus tervezési szemléletre van szükség, melyben az építés a természetes folyamatok részévé válik.

Nem számít, hogy a jövőbeni társadalmi és gazdasági berendezkedéseket minek nevezzük, de el kell kezdenünk arra törekedni, hogy jobb világot hagyjunk magunk mögött, mint amit elődeinktől örököltünk.



2. Természetes körforgások

Második tézis

Olyan építészeti magatartásra van szükség, mely nem csupán a káros hatások csökkentésére törekszik, hanem amelynek kiindulópontja a Föld létfenntartó rendszerének, azaz a természetnek az erősítése. A természet egyensúlyának helyreállítása a természetes körforgások erősítésével lehetséges. Az építészetnek be kell kapcsolódnia a világot alkotó és közvetlen környezetében található körforgásokba, így tud megújulónak válni.

2.1 Építészet a környezet javára avagy a körforgások bezárása

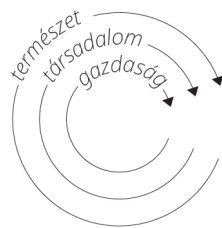
A Bölcsőtől bölcsőig szerzői már a könyv elején felvetik azt provokatív állítást, miszerint ideje lenne a **fenntarthatóság** jegyében jó megoldásokat találni, a kevésbé károsak helyett (McDonough & Braungart, 2002). Ezt úgy értik, hogy ahelyett, hogy kevesebb értékes, nehezen kinyerhető nyersanyagot, energiát fogyasztunk, kevesebb káros anyagot bocsátunk ki, kevesebb hulladékot termelünk, jobb lenne már körforgásban lévő nyersanyagokra támaszkodni, a káros anyagok kibocsátását nullára csökkenteni és a hulladékot teljesen újrahasznosítani. Le kell cserélnünk a szótárunkat: a jelenleg használt igéink: csökkenteni, elkerülni, minimalizálni, fenntartani, korlátozni, megállítani. Ezek mind arra utalnak, hogy lépéseket teszünk a jó irányba, de nem teljes elhatározással, vagy nem mindent bevetve. Ezek mind az úgynevezett öko-hatékonyságnak (eco-efficiency) a jellemzői, amelyek a **fenntarthatóság** érdekében változtatnak, de ezek a változások csak lelassítják a pusztítást, nem megállítják. Ugyanabban a rendszerben működő megoldásokat kínál, mint amik a pusztítást okozzák, ami nem hoz elég mélyreható változást.

Az építészetnek is olyan megoldásokra van szüksége, melyek nem csak hatékonyak, de hatásosak (Webster, 2013). Az öko-hatásosság (eco-effectiveness) ökológiai értelemben hatásos, tehát pozitív eredménnyel párosuló megoldásokat jelent, melyek megkérdőjelezzik a jelen megoldásokat és új utakat mutatnak.

Ez a következőket jelenti: az épület olyan területen épül fel, melyet már korábban elhódítottak a természettől, egy meglévő épület anyagait használja újra, több energiát termel, mint amennyit igénybe vesz, egészséges életkörülményeket biztosít használói számára, kihasználja a helyszín fizikai adottságait (szél, nap, hőmérséklet, csapadék) és nem korlátozza azokat, nem szennyezi a környék levegőjét, saját vízgazdálkodásával pedig hozzájárul a környezetének vízgazdálkodásához, vagy akár aktívan tisztítja a környezetének vizeit is. Hozzájárul a környezetében található biológiai sokféleséghez. Hozzájárul a helyi társadalom problémáinak megoldásához a térigények kielégítésével, nem ró használóira nagyobb gazdasági terhet, mint amit el tudnak viselni. Röviden: nem kevesebb kárt okoz a legszélesebb értelemben vett környezetében, hanem egyenesen jobbra teszi azt, azaz nettó pozitív. Az új igék tehát, melyeket használni kellene: pótolni, helyreállítani, táplálni. A lényegi kérdés pedig az, hogy hogyan lehet olyan megoldást találni, ami az egész rendszernek jó, azaz a helyi döntéseknek máshol vagy más időpontban sincsenek káros következményei.

2.2 Természet – társadalom – gazdaság

Ha át akarjuk értékelni életmódunkat és munkánkat, és tisztában akarunk lenni következményeivel segítségül hívhatjuk az ökológiát, mert a világot rendszerként, ökoszisztémaként kezeli. Abból kell kiindulnunk, hogy a természet nem kiszolgálója érdekeinknek, hanem mi a természet részei vagyunk. A természet alrendszere a társadalom, melyet a gazdaság szolgál, és nem fordítva (6. ábra) (Gyulay, 2000).



6. ábra: A fenntarthatóság erős koncepciója, saját ábra, Fleischer, 2007 ábrája alapján

Ha az emberiségre a természet rendszerének részeként tekintünk, akkor beláthatjuk, hogy csak akkor tudjuk fenntartani ezt a minket körülvevő rendszert, ha oly módon avatkozunk bele, hogy a beavatkozással hozzájárulunk a rendszer fenntartásához. Azt is beláthatjuk, hogy az építészet alapvető célja, a hajlék létrehozása, egy pillanatnyi igény a természet rendszerének élettartamához képest. A beavatkozás nagyságának és hatásainak tehát ezzel arányosnak kell lennie. Mindezekből kiindulva a hajlék megteremtése csak úgy történhet, hogy pozitív hatással legyen a rendszerre és hosszútávú hatásának arányosnak kell lennie a beavatkozással, tehát a rendszerrel egyensúlyban történjen. Ez egy rendszerközpontú definíció, melyben az ember része az természet rendszerének.

2.3 A természeti körforgás példája

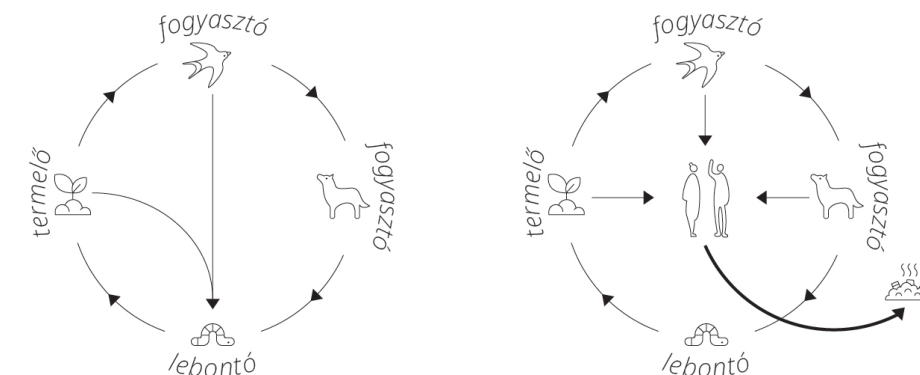
A földi rendszerek stabil működése – beleértve a légkört, az óceánokat, az erdőket, a vízi utakat, a biológiai sokféleséget és a biogeokémiai ciklusokat – a **virágzó** globális társadalom előfeltétele (Griggs et al., 2013).

A természet rendszere komplex, zárt rendszer, mely az önmagába visszatérő körforgás által újul meg folyamatosan. Minden alkotóeleme összefüggésben van a többivel, az egyes elemek egymást egészítik ki, szimbiózisban vannak egymással, az egyensúlytalanságokat a rendszer gyorsan kiiktatja, a természetes sokszínűség az oka annak, hogy nincs fennakadás a körforgásban. Míg a természeti környezetet az önszabályozás, az önkorrekció és az öntisztulás jellemzi (Schumacher, 2014) a mesterséges környezet elveszítette önszabályozó képességét, ami a környezet túlzott terhelésével jár. A teljes életciklusra tervezés, a bölcsőtől bölcsőig végig gondolt folyamatok, a **körforgásos gazdaság** elméletei arra töreksenek, hogy a társadalmat és tevékenységét visszaüllesszék a természetes körforgás rendszerébe, leépítve a káros és egészségtelen, önpusztító folyamatokat. Az építészetet, melynek

a természetes körforgások és a folyamatos megújulás az alapja én megújuló építészetnek nevezem.

A táplálékháló (7. ábra), mint egy állandó körforgás, példaként szolgálhat számunkra: A táplálékháló termelőkből, fogyasztókból és lebontókból áll, zárt rendszer melyben nem keletkezik hulladék. Az ember megjelenésével megjelent a hulladék a rendszerben, ezzel kell leszámolnunk annak érdekében, hogy ne terheljük túl a természetet. A táplálékláncot a társadalmi, gazdasági és anyagi folyamatok esetében példának tekinthetjük és felhasználhatjuk arra, hogy megértsük a meglévő és még hiányzó szerepeket.

7. ábra: A táplálékháló és a táplálékháló az ember megjelenése után, saját ábra



A körforgásos folyamatok lényege, hogy bármilyen elhasznált anyag, származzon akár a természetből, akár az iparból, önmagában értéket hordoz. Ezt az értéket veszítjük el, amikor az anyag hulladékká válik. A visszaforgatás így azt jelenti, hogy a használt/elromlott/elöregedett anyagot nyersanyagnak tekintjük és visszaforgatjuk az anyagok áramlásba.

Az építészet része a helyi ökoszisztémának, mert egy adott terület környezeti tényezői közé tartozik. A megújuló építészet arra törekszik, hogy aktív résztvevője legyen a helyi komplex körforgásoknak, tudatosan kapcsolódik a hozzájuk és erősíti azokat. Raworth úgy fogalmaz, hogy miért ne lehetne egy város olyan nagyvonalú, mint egy erdő (Raworth, 2017, p.225)?

3. Időbeli körforgás

Harmadik tézis

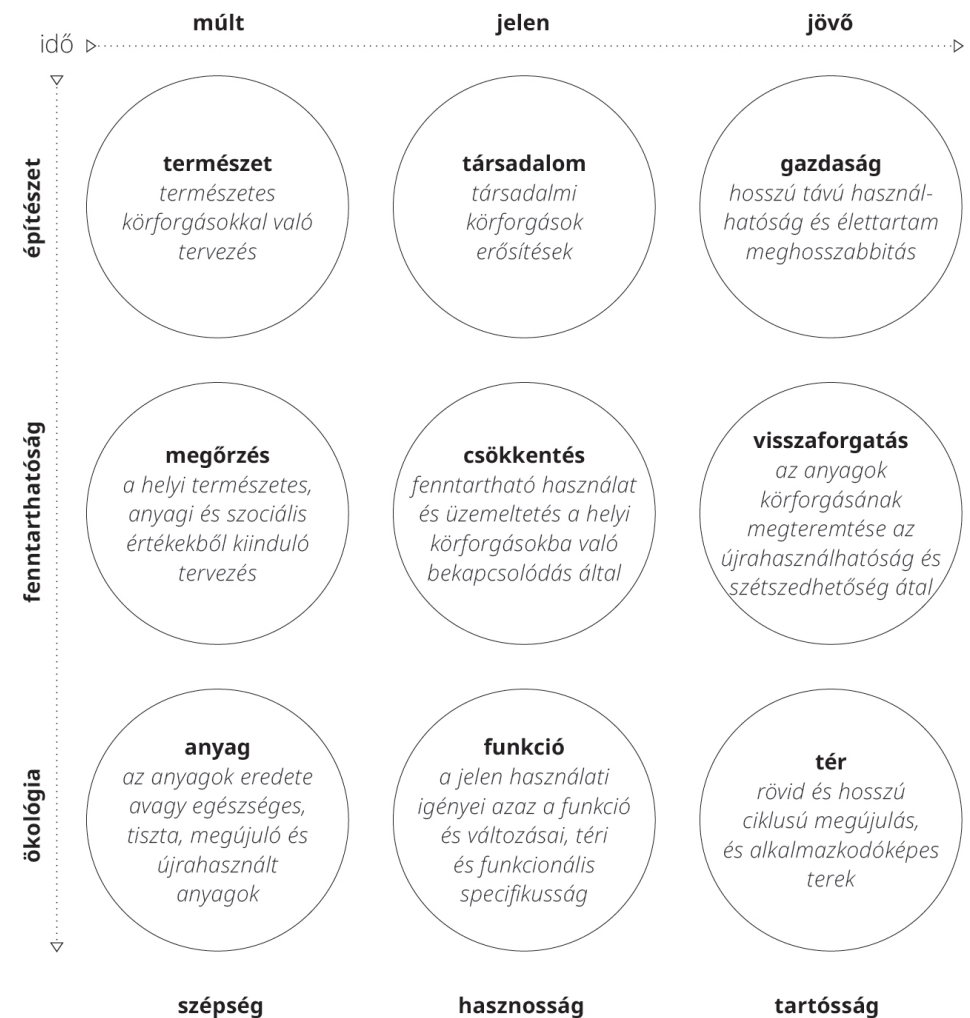
Az építészet a teljes életciklusában, azaz a múlt, a jelen és a jövő szempontjait figyelembe véve kell tervezni ahhoz, hogy megújuló építészetet kapjunk.

A megújuló építészet

- megőrzi a közvetlen környezetében található természetes és társadalmi körforgásokat és újakat hoz létre, ezáltal a fogyasztás csökkentését éri el,
- az anyagok eredetének ismeretében választ egészséges, tiszta, újrahasznált és megújuló anyagokat és lehetővé teszi az anyagok újrafelhasználhatóságát, ezáltal megteremti az anyagok körforgását,
- a funkció és szándék ismeretében választ megújulási és téri specifikussági stratégiát és ehhez igazítja az alkalmazkodóképességet, ezáltal az épületek és anyagaik gazdaságos, hosszútávú használatát teszi lehetővé.

3.0 Megújuló tervezés

A megújuló építészeti tervezésben komplex szempontokat kell mérlegelni, amelyeket az alábbi ábrán foglalom össze. Mivel a célunk az építészet bekapcsolása a természet körforgásaiba, annak időbeli dimenziójára támaszkodom, hogy minden szempont hangot kapjon.



8. ábra: A megújuló építészet szempontrendszere, saját ábra

A természet – társadalom – gazdaság hármas az ökológiai gondolkodásból származik. A természet, mint minden rendszer alapja a múlthoz kapcsolódik, mert maga az élet alapja, ezáltal a tervezés kiindulópontja, adottsága. A társadalom (természetesen alárendelve a természetnek) a jelenhez kapcsolódik, mert az építészet jelenkori emberi igényekre keresi a válaszokat. A gazdaság (alárendelve a természet és társadalom érdekeinek) pedig szorosan össze kell, hogy kapcsolódjon a jövővel.

Az anyag – funkció – tér hármas az építészet három legfontosabb alkotóeleme. Az anyag eredetének vizsgálata a megújuló építészetben rendkívül fontos, kapcsolata a múlthoz az eredet okán történik. A használat a jelenhez kapcsolódik, mert az építészet a jelen funkcionális kihívásaira keresi a megoldást. A tér pedig azért kapcsolódik a jövőhöz, mert a tervezés pillanatában dől el, hogy egy tér mennyi ideig használható, mennyi a hosszútávú, jövőbeni értéke.

A csökkentés – megőrzés – visszaforгатás (Brundtland, 1987) a fenntarthatóság három fontos alapelve, (R-C-R azaz Reduce - Conserve – Recycle) az anyagok és energiák körforgásával foglalkozik. Én a következők szerint változtattam meg ezek sorrendjét: megőrzés, csökkentés, visszaforgatás. Ez a sorrend jobban követi a befektetett energia mennyiségének logikáját és kapcsolható a múlt, jelen, jövő hármasához.

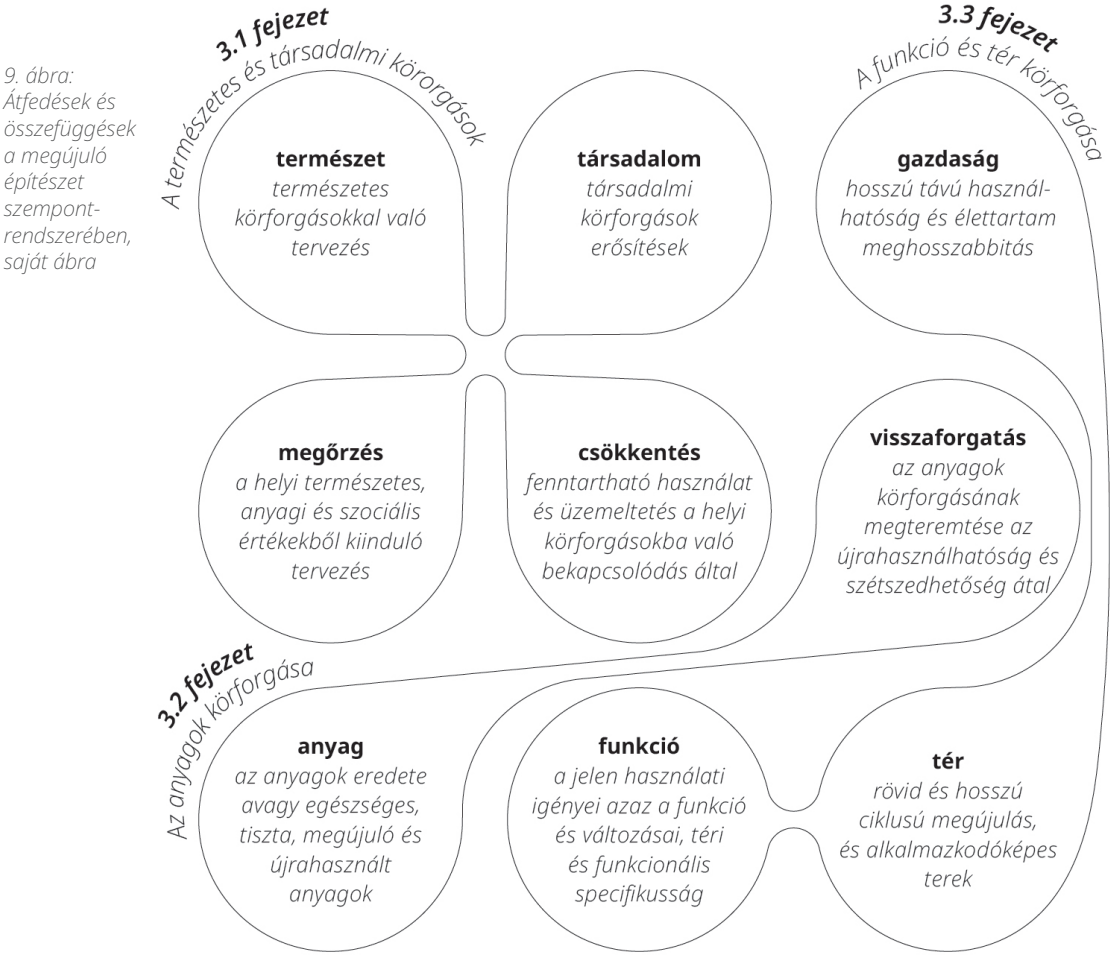
A megőrzés a múlthoz kapcsolódik, mert a már meglévő (azaz a múltban keletkezett) környezet és értékek vizsgálata és megőrzése a megújuló tervezés első lépése. A csökkentés a jelenhez kapcsolódik, mert a jelenben kell a fogyasztást minimalizálnunk minden építészeti alkotás esetében. A visszaforгатás pedig a jövőhöz kapcsolódik, mert már a tervezésnél eldől, hogy mennyire visszaforgatható egy építészeti alkotás és elemei a jövőben.

A vitruviusi hármas, szépség – hasznosság – tartósság, véleményem szerint szépen visszaköszön ezekben az alapelvekben: A múlt párhuzamba állítható a szépségre való törekvéssel, de nevezhetjük a szépség megőrzésének is. A jelen a hasznosságot tekinti elsődleges céljának. A jövőre figyelés pedig gyakorlatilag maga a tartósság.

A megújuló tervezés eredménye a megújuló építészet, nem csak egy „kemény” építészet, mely anyagokról és technológiáról szól, hanem emberekről, használatról, természetről, változásról, tanulásról és többletről.

Az egyes témák között összefüggéseket és átfedéseket (9. ábra) fedezhetünk fel. Három fő témakör rajzolódik ki:

- 1. A természetes és társadalmi körforgások
- 2. Az anyagok körforgása
- 3. A funkció és tér körforgása



A következő 3 alfejezetben tehát ezen a 3 fő témakörön keresztül szeretnék mind a 9 szempontra kitérni.



Az alapelvekkel párhuzamosan mutatom be a mestermunkámat, melynek tervezése a megújuló építészet alapelvei szerint zajlott.

2019 elején a Kuijpers család tulajdonában levő, 1200 munkavállalóval rendelkező gépészeti kivitelező cég meghívásos pályázaton keresett építész s'hertogenbosch-i irodaházainak fejlesztési terveire.

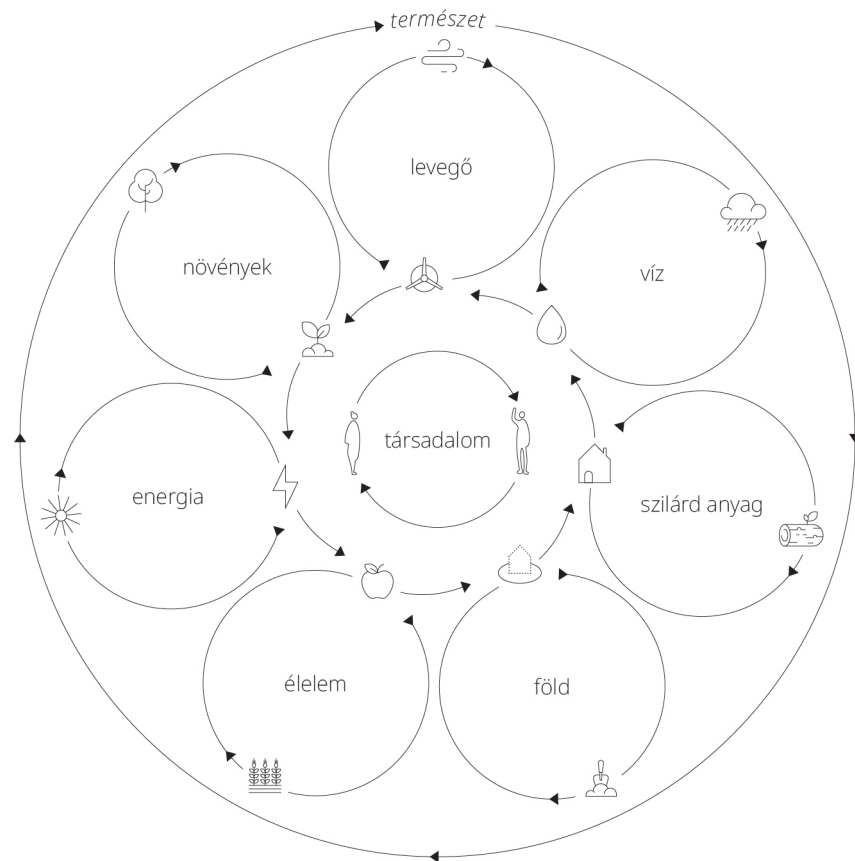
A helyszín egy autópálya melletti irodapark. A két meglévő épület egyszerű tömegalakítású, előregyártott szerkezetű és betonlapokkal burkolt, a 90-es években épült irodaház. A cég 8 különböző, regionális leányvállalata a két épületben foglalt helyet, a két épület közötti közlekedés az épületek mögötti parkolón keresztül történt. Az épületek nem rendelkeztek elegendő tárgyalóhelyiséggel, a kis teakonyhákat leszámítva közösségi terek nem voltak az épületben, a belső elrendezés nem szolgálta megfelelően az alkalmazottakat és kifejezetten akadályozta az együtt-dolgozást. Ezek a problémák és a bővülő létszám adta a tervezés kiindulópontjait.



11. ábra: a meglévő irodaépületek az átépítés előtt

10. ábra (balra): Kuijpers irodaház bővítése, s'Hertogenbosch, 2019-2023

3.1 A természetes és társadalmi körforgások



12. ábra:
Természetes
és társadalmi
körforgások,
saját ábra

3.1.1 Megőrzés

A megújuló építészetben a megőrzés, mint alapelv abból indul ki, hogy értéként tekintünk minden meglévő adottságra, mert nem engedhetjük, hogy az ezekbe fektetett vagy ezekben megtalálható energia és anyag kárba vesszen. A tervezési feladatok kezdetén a meglévő természetes, társadalmi, anyagi és téri adottságok számbavételével és értékelésével kezdünk. A tervezés során ezen adottságok erősítésére és kiegészítésére törekszünk azáltal, hogy körforgásokként tekintünk rájuk. Ezt a módszert körforgásokkal való tervezésnek nevezem, melyet a DOOR architecten építészirodában töltött tervezői munkám során dolgoztunk ki a kollégáimmal.

Egy új épület tervezésekor az épületet, a környezetébe ágyazó körforgásokat újonnan kell létrehozni. Egy átalakítási feladat során már valószínűleg vannak élő kapcsolódási pontok, ebben az esetben ezeket kell fenntartani és erősíteni. Városépítészeti feladatok esetén különösen lényeges az összefüggések feltérképezése, még szélesebb területre alkalmazandó a vizsgálat.

A tervezés kiindulópontja, hogy a tervezett épület vagy köztér betöltse a körforgások létrejöttéhez szükséges hiányzó szerepeket, mert így tud hozzájárulni a helyi egyensúlyhoz. Minél kisebb, helyi körforgásokat tudunk létrehozni, annál több energiát, anyagmozgatást, káros kibocsátást tudunk megtakarítani. Ha egy épületen, épületegyüttesen, városrészen, városon belül tudunk körforgásokat bezárni, akkor azzal kiváltunk más, nagyobb körforgásokat és közben anyagot, káros kibocsátást és energiát spórolunk meg.

Ebben a fejezetben a természetes és társadalmi körforgásokat ismertetem, az anyagok körforgására a 3.2, a téri körforgásokra a 3.3 fejezetben kerül sor.

3.1.2 Természetes körforgások megteremtése

A megújuló építészet hosszútávú célja, hogy épületeinkkel pozitívan járuljunk hozzá a környezetünkben lévő természetes körforgásokhoz, például segítsük a víz, a levegő vagy a föld megtisztítását (van der Meulen, 2022). Ennek eredménye a fogyasztás csökkenése, egy klímaadaptív, egészséges és biodiverz környezet megteremtése. Az egyes körforgások között számtalan összefüggés mutatkozik, az alábbiakban külön-külön mutatom be őket.

A növények és állatok körforgása

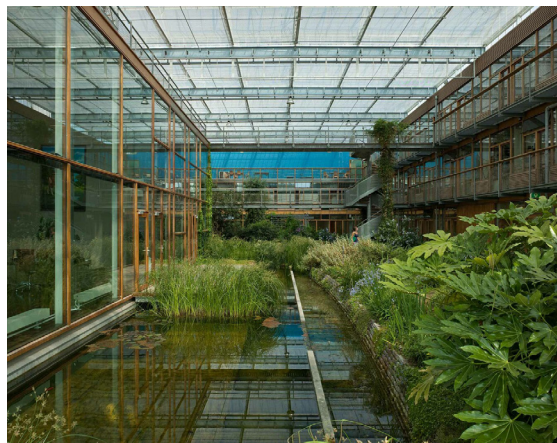
Az első körforgás a növények és állatok körforgása, mely mindenhol jelen van, még ha helyenként nehezen is kivehető, még a legzordabb városi környezetben is számtalan növény és állat él egymással szimbiózisban. Ebben a körforgásba egy épület, köztér vagy városrész úgy tud legjobban bekapcsolódni, ha helyet biztosít számára. A szakirodalomban ez a nature inclusive design, azaz a természetet befogadó tervezés.

Az első lépés a meglévő ökológiai helyzet felmérése és a városépítészeti léptékű zöldstruktúrákhoz való kapcsolódási pontok megtalálása. Ezeknek az erősítése és a hozzájuk való kapcsolódás teszi lehetővé, hogy a természet behálózza az épített környezetet. Másodikként azt vizsgáljuk, hogy milyen a meglévő természetes ökoszisztéma állapota, milyen növényvilág és állatvilág van jelen a környéken, milyen a biodiverzitás. Tájékozódni kell a helyi és regionális önkormányzatok ökológiai célkitűzéseiről, majd ezek ismeretében kell a projekt természetes körforgásaihoz köthető célkitűzéseit meghatározni (Synchroon et al., 2023). A megújuló tervezés arra törekszik, hogy kihasználja a növényzet légtisztító, árnyékoló, hűtő, hőszigetelő,

szélfogó, zajcsillapító, víztározó és tartalékoló, valamint esztétikai szerepét (Yanovshtchinsky et al., 2012).

A tervezési folyamatba a kezdetektől érdemes tájépítészeket és ökológusokat is bevonni annak érdekében, hogy minél szélesebb körű tudással történjen a tervezés és ezáltal a körforgások erősítése.

A természetet befogadó tervezésre nagyszerű példa a Behnisch építésziroda wageningen-i egyetemi laborépülete, melyet az Erdészeti és Természet kutatási intézete számára terveztek. Az épület egy Európai Unió ökológiai kutatási projekt kísérleti épületeként valósult meg. Az épületet a szabványok által meghatározott költségvetésen belül kellett megépíteni annak bizonyítására, hogy tartós és fenntartható építési stratégiák valósíthatók meg túlzott beruházások nélkül.



13. ábra: Behnisch építésziroda, egyetemi laborépület, Wageningen

A korábban mezőgazdasági használatban lévő, túltrágyázott és kimerült terület környezetében található ökológiai értékekre építve hoztak létre változatos új élőhelyeket a növények és az állatok számára. Száraz kőfalakat, szétszórt faligeteket és fasorokat, sövényeket, vízparti sávokat, apró tavakat, mocsarakat és vízcsatornákat terveztek, amelyek bonyolult, változatos mikroklímát eredményeztek, és helyreállították a finoman kiegyensúlyozott ökoszisztémákat. Ezek az épületek mellett, közöttük és az udvarokban is folytatódnak. Utóbbiak az épületek részei, üvegházakként részt vesznek az épület hőszabályozásában, árnyékolás és természetes szellőzés segítségével. A kutatók informális megbeszélésekre és pihenésre is használják az udvarokat. Minden iroda közvetlen vizuális kapcsolattal rendelkezik az udvarok felé, a zöldre való rálátás az épület minden részéből biztosított. Az épület alkalmazkodóképes belső kialakítása miatt könnyen átalakítható a változó igényeknek megfelelően (Behnisch architekten, 1998).

A föld körforgása

A megújuló építészet minden esetben megpróbál felelősen bánni a felhasznált földterülettel és a kitermelt földdel is. Alaposan át kell gondolni, milyen területre építünk. Egy korábban már használatban lévő terület újrahasználatra mindenképpen előnyösebb, mint új területek természetből való elhódítása. Szennyezett földterületre való építés esetén az új használatnak hozzá kell járulnia a földterület megtisztításához, ez az új technológiáknak köszönhetően lehetséges

helyszíni mesterséges vagy természetes módszerekkel (van der Meulen, 2022).

A föld körforgása szorosan összefügg a növények és állatok körforgásával, hiszen minden földterületre úgy kell tekintenünk, mint a természet kis szeletére: a föld alatti élővilágról is gondoskodni kell, mert ez a föld feletti élővilágot is befolyásolja. A kitermelt, életben gazdag föld értékmegőrző használatáról is gondoskodni kell.

A víz körforgása

A megújuló építészet felelősen bánik a vízzel, ebben az esetben is fontos a körforgásokra való törekvés, azok helyi szinten történő bezárása. A vízhasználati körforgásnak általában két fő része van: a vízvezetéken érkező tiszta víz és az esővíz, esetenként előfordulhat felszíni víz is. Az első lépés a takarékos vízhasználat, a második az újrahasználat, ezzel lehet a tiszta víz fogyasztásának csökkentéséhez hozzájárulni.

Építésként hatással tudunk lenni a programalkotási fázisban a vízhasználattal kapcsolatos célkitűzésekre is. Lehetőség van az esővíz tartalékolására, késleltetett levezetésére, elszívárogtatására, mesterséges vagy természetes felszíni vízzel való összekötésre, használati vízként való hasznosításra, esetleg megtisztításra és ivóvízként való használatára, a használt szürke víz újrahasználatára, megtisztítására, a fekete víz megtisztítására vagy abból való energia kinyerésére (Yanovshtchinsky et al., 2012). Mindezek hatással lehetnek az építészeti megjelenésre. A megújuló építészeti projekteken a vízzel való takarékos bánásmód látható formában is megjelenik, ezzel hozzájárulva a tudatosabb fogyasztáshoz.

14. ábra: Patrick Bouchain, Begles önkormányzati uszoda felújítása



Patrick Bouchain projektjében, egy használaton kívüli uszoda felújításánál az önkormányzat azzal az ökológiai kihívással szembesült, hogy az egészségügyi előírások miatt az uszoda klórozott vizének egy részét naponta cserélni kell, ez azonban a klórtartalma miatt a csatornákra és a víztisztítóra is rossz hatással van. Az építés javaslatára az építési költségek 1%-át egy olyan kutatásba fektették, melybe bevonták a vízműveket, egyetemi kutatókat és egy botanikus kert munkatársait. A kutatás eredményeképpen a tervezett úszósávok mellé egy újabb, vízinövényekkel beültetett sávot terveztek, mely fitoremediáció azaz a növények segítségével tisztítja meg a klórozott szennyvíz egy részét, hogy az

újrahasználhatóvá váljon az épületben szürkevízként és az önkormányzati takarítóállalat gépeiben. A viszonylag egyszerű megoldással hatalmas mennyiségű, a csatornázásra káros víz takarítható meg és használható újra. (CSTB, 2006 és Bouchain, 2006).

Az energia körforgása

A megújuló építészet olyan épületek létrehozására törekszik, melyek takarékosan bánnak az elektromos és hőenergiával, lehetőleg több energiát termelnek, mint amennyit elfogyasztanak. A tervezésnél törekedni kell a fogyasztás csökkentésére és a hatékonyság növelésére a hagyományos, passzív technológia és a modern, gyorsan fejlődő technológia eszközeinek kombinációjával. Ki kell használni az olyan passzív stratégiákat, mint a tájolás, árnyékolás, természetes szellőzés, a terek évszakos alkalmazkodóképessége, a különböző hőmérsékletet igénylő zónák elválasztása, a hőenergia épületszerkezetekben való passzív tárolása (Yanovshtchinsky et al., 2012).

Érdekes és ilyen szempontból szélsőséges kísérlet a Baumschlager Eberle iroda saját használatra tervezett 2226 nevű irodaháza. Ebben az épületben nincsen se fűtés, se hűtés, sem hő-visszanyerős szellőzőrendszer. A 76 cm vastag külső falak óriási hőtároló tömeggel ruházzák fel az épületet, ezt kombinálják számítógép által vezérelt homlokzati szellőzőnyílásokkal és így érik el, hogy az épületben a hőmérséklet egész évben 22 és 26 fok között maradjon. Innen az épület elnevezése (Schoof, 2018).



15. ábra:
Baumschlager
Eberle, 2226
irodaház

31

A levegő körforgása

A levegő körforgása esetében a megfelelő belső és külső levegőminőség biztosítása a cél, ami kapcsolódik a növények és az energia körforgásához. Törekedni kell a természetes szellőzésre, a nappali és éjszakai hőmérsékletkülönbségek kihasználására, a levegő passzív hűtésére és fűtésére, a ki és bemenő levegő növényzettel segített és mesterséges tisztítására. Számtalan hagyományos, de elfelejtett tervezési elv van, mely figyelembe veszi ezeket (Yanovshtchinsky et al., 2012).

A táplálék körforgása

A megújuló építészet igyekszik hozzájárulni olyan körforgások bezárásához is, melyek nem feltétlenül tartoznak a jelenlegi építészeti

feladatok közé. Ilyen az emberi táplálék körforgása, ha ennek egy részét képesek lennénk megtermelni közvetlen lakókörnyezetünkben fenntartható módon, akkor a körforgás jelentősen lerövidülne és jelentős környezetkárosítás lenne elkerülhető.

Erre számtalan jó megoldás mutatkozik és sok kutatás foglalkozik ennek jövőbeni kiterjesztésével. Gondolhatunk itt az épületeinkben vertikális farmokon termelt zöldségekre, de a városi veteményeskertek is ide tartoznak. Mindkét megoldásnak meg kell jelennie a lakókörnyezetekben és ezt tervezőként elő is tudjuk segíteni. A vertikális farmokon való termelés számtalan előnnyel jár a hagyományos mezőgazdasághoz képest, melyek közül a legfontosabb, hogy nem vesz el a természettől értékes területeket (Despommier, 2013). A közvetlen környezetünkben megtermelt táplálék ráadásul tudatosabb fogyasztást is eredményez.

Jó példa erre a franciaországi Romainville-ben található függőleges farm, mely a környéken élők számára termel fenntartható és friss élelmiszert, elkerülve a szállítással járó környezetterhelést, emellett munkahelyet biztosít a helyi lakosság számára.

32



16. ábra: Ilimelgo
és Secousses,
romainville-i
függőleges farm

Az 1960-as években épült városrész rehabilitációjának részeként épült függőleges farmépületek földszintjén oktatási terek találhatók, melyek a nyilvánosság számára hozzáférhetőek. Az első emeleten közvetlenül is megvásárolhatók a termékek, a szállítási útvonalak az épületen belülre korlátozódnak. Az emeleteken található a bio-intenzív termelés, mely a konténerekben történő ültetés miatt szabadon

átrendezhető a termelt növényektől függően. Az öntözés automatikus rendszeren keresztül történik. Az épületben gomba- és gyümölcs termesztés is folyik, szárnyasokat is tartanak, a helyi laboratóriumokban pedig a magok csíráztatása történik (Ilimelgo, 2021).

3.1.3 Társadalmi körforgások megteremtése

A megújuló építészetben a természetes körforgások mellett legalább olyan fontos a szociális, azaz társadalmi körforgásokhoz való pozitív hozzájárulás. Ennek két módja a használók bevonása és a közösségi terek helyzetbe hozása.

A bevonás azért lényeges, mert a közvetlen használók igényeinek és a közvetett társadalmi környezet érdekeinek figyelembevételével lehet hosszútávon jól használható és a társadalom érdekeit szolgáló épületeket tervezni. Előbbiek az épület használói, utóbbiak azok, akik a telekhatárokon túl kerülnek kapcsolatba az épülettel, például rálátnak, elhaladnak mellette.

A közösségi terek helyzetbe hozása tervezői feladat, ezek által lehet a meglévő szociális hálózatok fenntartásához vagy az új szociális hálózatok létrejöttéhez pozitívan hozzájárulni. Akkor beszélhetünk egészséges társadalmi körforgások elősegítéséről, ha a használók kapcsolatba kerülnek egymással, profitálnak egymás közelségéből, kiegészítik egymást, segítenek egymásnak, azaz létrejön egy társadalmi kohézió.

Ez történhet a megfelelő funkció választásával: gondoljunk egy közösségi kertre, ahol a házi termelésű zöldségek mellett (táplálék körforgása) a társadalmi kapcsolatok is erősödnek. Vagy egy olyan közösségi kezdeményezésű térre, melyben idős emberek fiataloknak tanítanak biciklit szerelni. A bicikliszerelés ebben az esetben hozzájárul az anyagi körforgás lerövidüléséhez, de a közösségi tér az emberi kapcsolatokat építi és nem hagyja elveszni a közösség kollektív tudását.

A másik módja az épületek közösségi, nyilvános, vagy félig nyilvános, átmeneti tereinek gondos megtervezése, valamint funkcióinak egymáshoz való viszonya, ezek is jelentős befolyással vannak a szociális kapcsolatokra. Az átjárás, a nyitottság, azaz fizikai és vizuális kapcsolat a belső és külső terek között élettel tölti meg a köztereket. Ha a használók mindennapi életterületeknek tekintik a közös területek egy részét, akkor gondját viselik. Ezekben a sokat használt terekben könnyebben alakul ki párbeszéd a használók között. Egy lakóépület esetében gondolhatunk különösen széles lépcsőházra, ahol elég tér van találkozásra, közös udvarra, ahol a szomszéd gyerekek biztonságban játszhatnak együtt, vagy megosztott szerszámtárolóra, mosókonyhára. Ezek a példák javarészt a közösség kezdeményezéséből indulnak, de építésként hatással lehetünk hasonlók születésére, illetve ötletekkel szolgálhatunk építetőknek és beruházóknak.

Nagyszerű példa a monori biobrikett szárító épülete (Fazekas, Oroszlány & Kemes, 2014), vagy az amerikai Rural studio munkái (Rural studio, 2018), de a társadalmi ökoszisztéma létrehozásának szép példája az egri Ellátó épülete is, mely Fábíán Gábor és Fajcsák Dénes építészek



17. ábra: Fazekas Katalin, Kemes Balázs, Oroszlány Miklós, A monori biobrikett szárító



18. ábra: Arkt építésziroda, Az egri ellátó belső tere

19. ábra: DOOR architecten, saját irodaépület, az ideiglenes épület 74%-ban újrahasznált anyagokból épült



kezdeményezésére jött létre. Az építészek a gazdasági válság következtében munka nélkül maradva megkeresték az önkormányzatot, hogy biztosítson számukra egy épületet, melyben „már senki nem lát fantáziát, és költséges az egybentartása” (Fábíán & Fajcsák 2016, p.136). Tizenöt évre kapták meg használatra a volt irodaépületet, cserébe vállalták, hogy értéknövelő beruházást hajtanak végre benne és kulturális tartalommal töltik meg.

Ahogy Somogyi Krisztina írja, nemcsak az épületet és annak anyagait használták újra, hanem visszahelyezték az elhagyott épületet és elvadult kertet a helyiek mentális térképére és közben a városi közösség számára teremtettek értéket (Somogyi, 2016). Tették mindezt úgy, hogy új hálózatot (vagy nevezhetjük körforgásnak is) hoztak létre az önkormányzat, civilek, helyi támogatók, helyi vállalkozók, oktatási intézmények és a társadalom periferiáján lévő elítéltek segítségével (Fabényi, 2016).

Az épületet mindezen szereplők aktív bevonásával alakították át, felhasználva és újrahasználva a helyszínen talált anyagokat, valamint az adományból kapott építőanyagokat. Finanszírozás hiányában kénytelenek voltak csak a minimális, műszakilag szükséges munkákat elvégezni, de épp ezzel tettek nagy lépést a megújuló építészet irányába (Arkt építésziroda, 2014).

A rotterdami Blue City (Blue City, 2022) és az amszterdami Tuin van Bret (DOOR architecten, 2017) kezdeményezések példát mutatnak arra, hogy vállalkozók kapcsolódnak egymáshoz arra törekedve, hogy együtt minél több körforgást teremtsenek meg egy épületen, illetve egy apró területen belül.

3.1.4 Csökkentésre törekvő, tudatos használat

A **fenntartható építészet** és építőipar, ahogy a gazdaság más részei is, az utóbbi évtizedekben az energiatakarékosságot helyezték a középpontba. Az épületek esetében a legfőbb cél az alacsony energiafogyasztás (**hatékonyság**) vagy ideális esetben a pozitív energiamérleg, ami rendkívül fontos, tekintve, hogy a szén-dioxid kibocsátásban élen jár az épületek üzemeltetése. (Zöld, 1999). A fenntarthatóság a takarékoságot teljes egészében az épület gépészeti és elektromos rendszereinek jó működésére és az épületet határoló szerkezetekre bízva, ahelyett, hogy ebbe bevonná a felhasználókat is.

A megújuló építészetben a csökkentés egyrészt a körforgások bezárásával és ezáltal a hulladék elkerülésével történik, másrészt a használókkal való együttműködésre támaszkodik különböző elégségességi stratégiákkal (Niessen & Bocken, 2021). Ezek lehetnek:

Figyelemfelhívás

A használók folyamatos tájékoztatást kapnak fogyasztásukról, tisztában vannak az elhasznált erőforrásokkal és a megtermelt „hulladékkal”.

35

Fogyasztás csökkentési javaslatok

A használók és üzemeltetők használati utasítást kapnak az újonnan birtokba vett épületről, mely segíti őket abban, hogy tudatosan és takarékosan használják az épületet. Például segít az árnyékolás, fűtés, szellőztetés takarékos használatában.

Csereplatform

Egy használati tárgyak és akár terek megosztására létrehozott digitális platform, mely segíti a közösségi használatot vagy cserét.

Élethossz meghosszabbítása

Ún. használatot követő értékelés (post occupancy evaluation), mely során az építész és szakági tervezők kapnak visszajelzést a tervezett megoldásokról és segítenek ezek javításában, tökéletesítésében, ezáltal meghosszabbítva a tervezett szerkezetek élethosszát. Ez mind a használók/üzemeltetők, mind a tervezők számára értékes információval szolgálhat a jövőre nézve (Preiser et al., 2016).

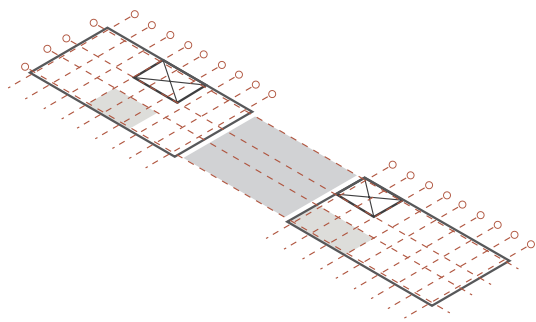
A fogyasztás megkérdőjelezése

A jövőbeni használók tervezésbe való bevonása során megjelenhet az elégségességre való törekvés, mint tervezési szempont.

Javítási tanácsadás

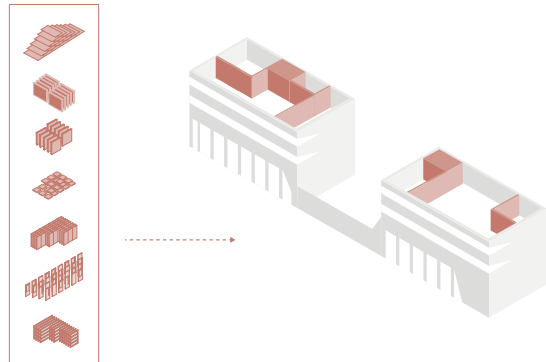
A használók, üzemeltetők teljeskörű információval rendelkeznek az épületben található anyagokról, az épületszerkezetek egyszerűen karbantarthatók és szerelhetők, nem igényelnek szakember segítségét, a használók által elvégezhetők.

36



20. ábra: a meglévő épületek szerkezeteinek számbavétele

21. ábra: a meglévő épületek anyagainak számbavétele



22. ábra: a beltéri növényfalak



Mivel meglévő épületek átalakítására kaptunk megbízást az épület gondos számbavételével arra törekedtünk, hogy annak meglévő adottságait minél jobban kihasználjuk és megőrizzük. Az ehhez hasonló projektek elején készítünk egy leltárt az épületben található terekről, anyagokról és szerkezetekről, ez segít a tervezés során eldönteni, hogy mi az, amit meg akarunk tartani, és mi az, aminek új funkciót szeretnénk adni.

A vizesblokkokat és egyéb kiszolgáló helyiségeket, vertikális közlekedőmagokat és a homlokzatokat nem bolygattuk, mert ezek átalakítása nagy energia és pénzügyi befektetést igényelt volna és műszakilag nem volt indokolt. Ahol lehetett megőriztük az elektromos fali csatlakozásokat és fűtőtesteket, a gépészeti rendszer úgy került kialakításra, hogy ezeket helyben újra lehessen használni. A meglévő álmennyezeti elemek és ajtók raktárba kerültek újrahasználat céljából.

A projekt megrendelője gépészeti kivitelezéssel foglalkozik, ezen a területen piacvezető. Azt javasoltuk, hogy a magasszintű technológia mellett a természet is kapjon helyet az épület külső és belső tereiben, abból kiindulva, hogy a kettő egyensúlya tudja igazán biztosítani a kellemes munkakörülményeket. Ez az elv különösen az "összekötő szívben", azaz az új épületben domináns, ahol két különböző komfortú teret különböztetünk meg: a tárgyalókban a klíma mindig ideális kell legyen, de a közösségi terekben a klíma együtt mozog a természet változásaival.

37

A belső terekben megjelenő természet bizonyítottan pozitív hatásait szerettük volna kihasználni a biofilikus tervezési elvekkel is (biophilic design) (Browning et al., 2014). A meglévő épületek falai, melyek az összekötő épület belső terének részévé válnak, kúszónövényekkel kerülnek befuttatásra. Ezek fényt az emeleti üveglablakokon keresztül kapnak, hozzájárulnak az egészséges belső téri páratartalom kialakulásához, és hosszabb távon az akusztikát is javítják.

A négy irodaszint berendezéséhez az iroda közelében található 4 természetvédelmi terület adott ihletet, a természetes anyagok és színek használata volt a tervezés kiindulópontja. A belső terekben a biofilikus tervezésben használt 4 elvre építettünk: a „rálátás” a nyitott terekben jelentkezik, a „menedék” az egyéni munkafülkékre és a koncentrált munkára alkalmas zárt terekre jellemző, a „rejtélyt” a zárt és nyitott terek váltakozásával értük el, a „veszély” pedig a meglévő és új épületeket összekötő hidakon érezhető.

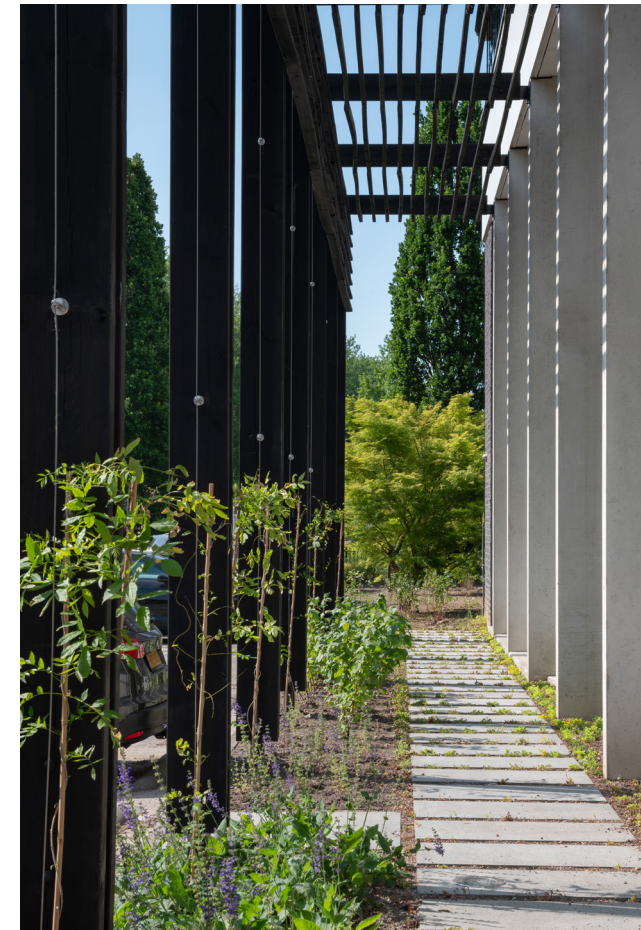
Az épület lapos tetején egy tetőkert került kialakításra, melyet helyi őshonos növényekkel ültettek be. Az elő- és hátsókertben növeltük a zöldterületek arányát és szintén az ott természetes ökoszisztémákban megtalálható növényeket választottunk.

A tetőkert túlfolyóiból összegyűlő esővíz az üvegfal két oldalán található zöld falakon, látszó módon csordogál le és jut el az előkert növényeihez és itt kerül késleltetett elszívárgatásra.



23. ábra: az ihletül szolgáló természetvédelmi területek fotói

24. ábra: az új, épületeket összekötő pergola





25. ábra: a holland klímahomlokzat nyári és téli működése

26. ábra: a legrövidebb út a lépcsőn át vezet



Az üveghomlokzat árnyékolásáról nyáron egyrészt a zölddel befuttatott fa pergola gondoskodik, másrészt egy holland klímahomlokzat. A hagyományos klímahomlokzat esetében a két üvegréteg között felmelegedő levegő elvezetésével szabályozható a felmelegedés. Ezzel szemben a holland klímahomlokzatnál az üveg és a mögötte található árnyékoló között felmelegedő levegő elvezetésével lehet elkerülni a túlzott felmelegedést. Télen az árnyékoló nyitva marad, így az alacsony nap sugárzása csökkenti a fűtési igényeket.

Az emeleti tárgyalókban egy új technológia kerül tesztelésre: ún. PCM azaz fázisváltó anyag kerül az álmennyezetbe. Az alaphelyzetben szilárd anyag a tárgyalóban keletkező hő hatására megolvad és megköti a hőt. Az éjszakai szellőztetés hatására az anyag ismét megszilárdul és leadja a benne felhalmozott hőt, ennek köszönhetően kevesebb és kisebb gépészeti rendszerre van szükség.

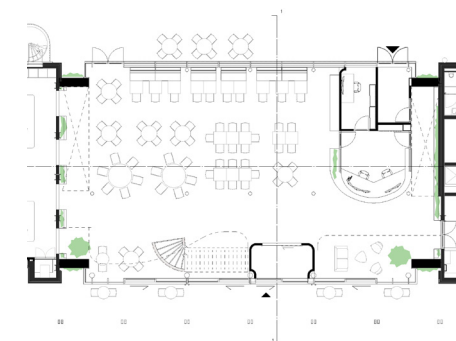
Az irodaépületek meglévő radiátorai hőszivattyúra kötve fűtenek, ezt a technológiát a gépészeti tervezők erre a projektre fejlesztették ki.

A társadalmi körforgás úgy jelent meg a projektben, hogy a pályázat elnyerése után a tervezésbe bevontuk a jövőbeni használókat: a munkát egy igényfelméréssel kezdtük egy digitális kérdőív segítségével, melynek során a munkavállalók 75%-a mondta el véleményét és elképzeléseit. Négy munkavállalói workshop keretein belül a munkavállalókat és az igazgatóságot bevonva jutottunk el a végleges tervekhez. Az igényekből kiindulva

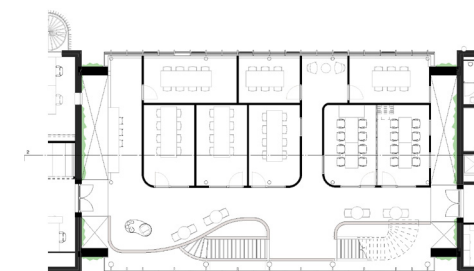
egy kétszintes összekötő épületet javasoltunk a közösségi funkcióknak. A meglévő épületekben így több hely szabadult fel az irodafunkciók számára. Az épület kivitelezése 2020 áprilisában indult volna, de ezt a koronavírusjárvány kitörése miatt leállították. 2021 elején azonban elkezdhettük a korábbi tervek felülvizsgálatát: ez lehetővé tette, hogy az új terv lekövesse az 1 év alatt lezajlott belső változásokat. A munkavállalói létszámnövekedés miatt az összekötő épületet 2 helyett 3 szinttel terveztük tovább. 2023 nyarán átadásra került mind a két meglévő épület átalakítása, mind az új összekötő épület.

Az áttervezés után az épület földszintjén található az új főbejárat, a recepció és egy új közösségi tér, mely egyben a kávézó is. A bejárat mellől lépcső vezet az emeletre, ahol nagyobb tárgyalók és informális munkahelyek találhatók. A második emelet további tárgyalók és rendezvényterem számára biztosít helyet. A meglévő és az új épületeket merevítő hidak kötik össze, a középső épület földszintje és a meglévő épületek között légterek találhatók felülvilágítókkal. A tetőn a zöldtető mellett a gépészet is helyet kap.

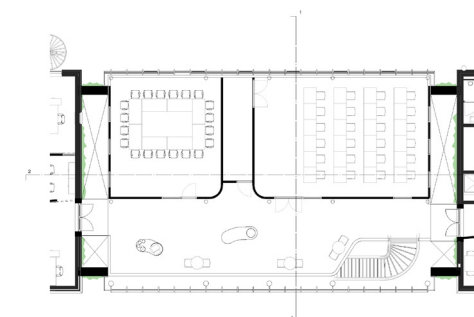
A meglévő épületekben a funkcionális igényeknek megfelelő elrendezés született, a közlekedőmagoktól távolabb helyeztük el a koncentrációt igénylő munkát végzőket, a lépcsőházak közelében találhatók a tárgyalók, fénymásolók, mindazok a terek, melyek interakcióra csábítanak. Teakonyha nem található minden emeleten, így a használók több mozgásra vannak kényszerítve és más osztályok dolgozóival is kapcsolatba kerülnek.



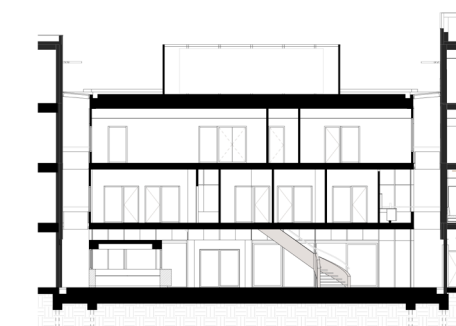
27. ábra: az összekötő épület földszinti alaprajza



28. ábra: az összekötő épület 1. emeleti alaprajza



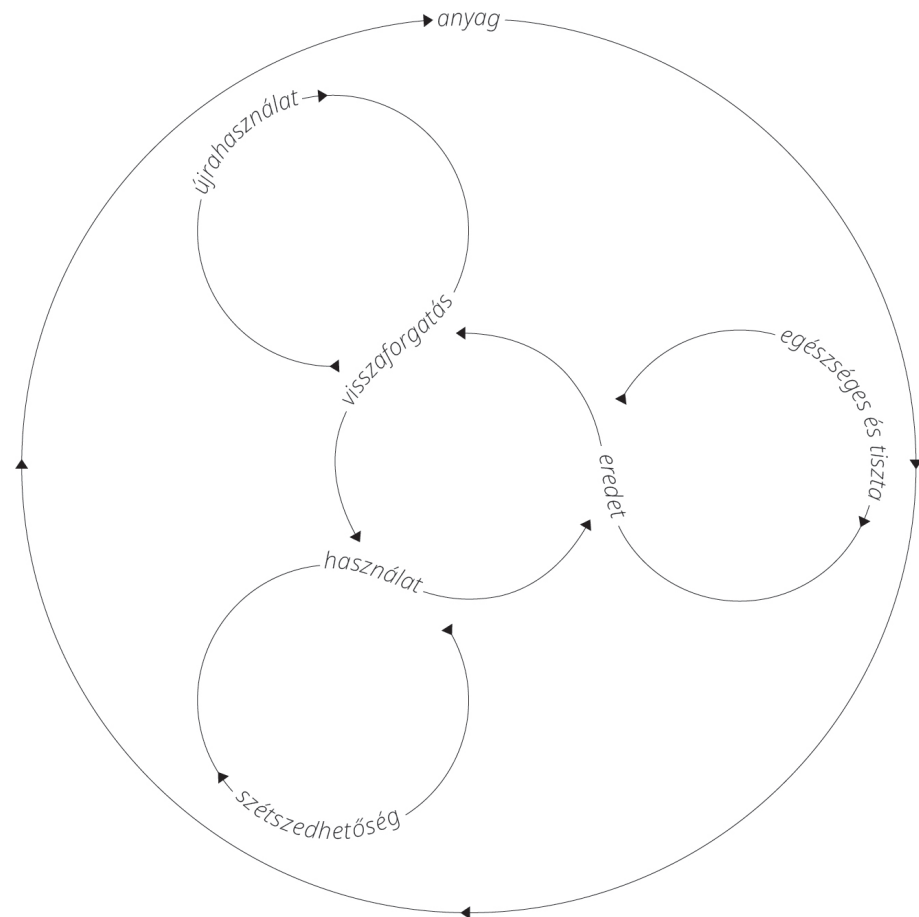
29. ábra: az összekötő épület 2. emeleti alaprajza



30. ábra: az összekötő épület hosszszelvénye

3.2 Az anyagok körforgása

Az építések anyagokhoz való hozzáállása radikálisan meg fog változni a körforgásos gondolkodás miatt. Az építészek figyelembe kell vennie, jobban, mint azt korábban tette, az általa betervezett anyagok eredetét és folytatólagos létezését (Van Assche, 2019, p.35).



A megújuló építészet figyelembe veszi az építőanyagok és egyéb anyagok teljes élettartamát, tehát az anyagok eredetét, újrahasználatosságát és visszaforgatását. Ez azt jelenti, hogy nem csak takarékosan kell bánnunk az anyagokkal és tartósságra kell törekednünk, hanem lehetővé kell tennünk, hogy a jövőben másként és máshol újra lehessen használni azokat. Ezzel tudjuk biztosítani, hogy az anyagok körforgása bezáruljon.

3.2.1 Az anyagok eredete

Minden anyag értékes, mert minden anyag véges mennyiségben van jelen a Földön. Ebből kell kiindulni minden tervezési feladatnál, mert nem csak pénzügyi értelemben kell jól gazdálkodnunk egy projekt esetében, hanem anyaghasználat szempontjából is. Ez a szemlélet kell, hogy az alapja legyen annak a gondolkodásmódnak, mely takarékosabb építészetet teremt.

Az anyagok eredetének ismerete rendkívül fontos szempont a megújuló tervezésben, ez a következőkre vonatkozik:

- egyrészt lényeges a forrás vagy helyszín, ahonnan az anyag származik, hiszen a nem megfelelően vagy nagy környezetkárosítást okozó kitermelést nem szabad támogatni,
- ugyanígy a kitermelés körülményeire is vonatkozik: kik végzik, milyen körülmények között és milyen feltételekkel,
- vonatkozik arra, hogy egy nagy távolságból érkező anyag az utaztatása által is terheli a környezetet,
- vonatkozik a kitermelés, feldolgozás során befektetett energia és víz mennyiségére,
- és vonatkozik a felhasznált segédanyagokra, azok káros vagy nem káros mivoltára (Lányi, 2010).

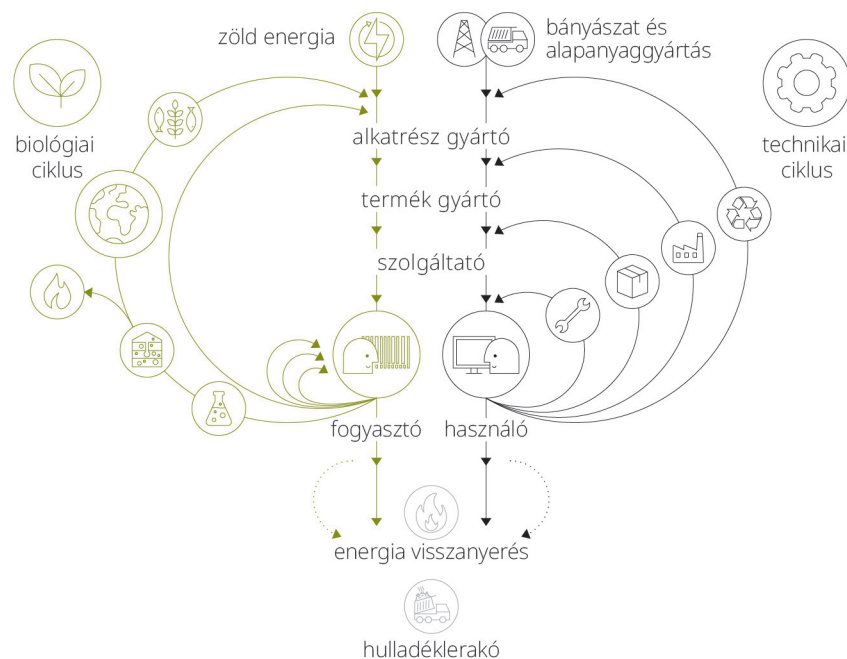
Építésként felelősségünk, hogy ezek ismeretében döntsünk anyagok felhasználásáról. Partnerként kell tekintenünk azokra, akik előállítják az anyagokat és azokra, akik beépítik őket. Az ő szaktudásuk sok esetben messze meghaladja az építészekét, együtt kell dolgozzunk velük, hogy megtaláljuk azokat az anyagokat és felhasználásukat, melyek hosszútávon is előnyösek mindenki számára.

A cél az, hogy a káros, kétes eredetű és nagy energia befektetést igénylő anyagok minél hamarabb kiessenek a rendszerből és csak tiszta és újrahasznosítható anyagok kerüljenek a körforgásba. Tervezőként elsősorban tudatos választással lehet a folyamatokra hatni. Az információ beszerzését egyértelműen megkönnyíti a helyi anyagokkal való tervezés, ez kézenfekvő és jó megoldás, mert alacsony a szállítás során keletkező szennyezés, energiahasználat, a helyi anyag könnyen pótolható, nem idegen a környezetétől. Ez a szemlélet illeszkedik ahhoz az elvhez, hogy egy adott területnek elsősorban a saját ellátó területéből kellene élnie, táplálkoznia (mind anyagi, mind energia tekintetében), mert a kölcsönös egymásra támaszkodás erősíti az adott helyet, szorosabbra fűzi a helyi viszonyokat (Lányi, 2010).

3.2.1.1 Egészséges anyagok

Az építőanyagoknak a beépítésükkor kezdődik a használati "életszakasza", amikor a legnagyobb közvetlen hatással vannak az emberekre, akik az épületeket használják. Ez a hatás részben fizikai, részben pszichológiai. Az anyagok választásával kapcsolatban nagy felelőssége van a tervezőnek, mert a mai építőanyagok is olyan bonyolult összetételűvé fejlődtek, hogy nagyon nehéz nyomon követni miket tartalmaznak, és ezek az anyagok milyen hatással vannak a használókra. Az anyagokkal kapcsolatos szabályozások segítik a tervezőket, de újabb és újabb veszélyes és káros összetevők kerülnek bele a mindennap használt építőanyagok összetevőibe, melyek hatását nem tudjuk felmérni. Ezért fontos ezen a téren is tájékozódni, lehetőség szerint minél egyszerűbb, természetes anyagokkal dolgozni, melyek nem szennyeznek a levegőt, kopás vagy párologtatás által nem juttatnak veszélyes anyagokat a levegőbe. Ezzel az építésbiológia tudománya foglalkozik, melynek kiemelt területe a beltéri levegőminőséget vizsgálja fizikai és kémiai szempontból egyaránt (Lányi, 2010). A tudatos anyagválasztásra a megrendelőket is bízni kell, sok esetben két anyag közti döntésnél fontos szempont kell legyen azok hosszú távú hatása.

Jó fogódzót jelenthet az amerikai International Living Future Institute által évente kiadott Vörös lista (Red list), mely felsorolás-szerűen tartalmazza azokat az anyagokat, melyeket építőanyagokban mindenképpen el kell kerülni, mert komoly veszélyeket hordoznak az épületek használói és a környezetünkre is (International Living Future Institute, 2022).



32. ábra:
Pillangó
diagram, saját
ábra az Ellen
MacArthur
Foundation,
2013 ábrájának
fordítása és
átdolgozása

43

44

3.2.1.2 Tiszta anyagok

Az Ellen McArthur Alapítvány pillangó diagramja (32. ábra) a **körforgásos gazdaság** modelljeként szolgál és kétféle ciklust különböztet meg: a technikai és biológiai ciklust. A két ciklus anyagainak keveredése olyan anyagokat eredményez, melyek nem tiszták, ezeket nehéz vagy nem lehet újra szétválasztani, ezáltal újrahasználatuk korlátozott. A megújuló építészet tiszta anyagokat használ melyek könnyen újrahasználhatóak/hasznosíthatóak.

A biológiai ciklus anyagai, azaz a természetes anyagok

A természetes anyagok, melyek a természet körforgásán keresztül jönnek létre, alapvető fontosságúak a megújuló építészetben. Megfelelő körülmények között növesztve őket, pozitív hatással vannak a környezetre. Szén-dioxidot kötnek meg a növekedés során, ezáltal szén-dioxid raktárnak tekinthetjük őket: minél tovább maradnak használatban, annál tovább megőrzik raktározó szerepüket. A bennük felhalmozott szén-dioxid csak elégetés hatására szabadul fel. A természetes anyagok hozzájárulnak az egészségesebb beltéri környezethez, segítik egyensúlyban tartani a belső terek páratartalmát, emellett közvetetten a használókra is pozitív hatással vannak. Az épületek használói pozitívan reagálnak a természetes anyagok használatára, mert azok meleg, barátságos környezetet teremtenek (Browning et al., 2014).

A fa és más természetes anyagok szerepének növekednie kell, sok szennyező és káros építőanyag helyét kell átvegyék a jövőben. Támaszkodhatunk a beépítésükkel kapcsolatos hagyományos építészeti tudásra, de az újszerű természetes anyagok használatára is.

Meg kell változtatni azt a gondolkodásmódot, hogy a természetes anyagok alacsonyabb rendűek, mint az ipari folyamatok során előállított anyagok, a technikai ciklus elemei. A három kismalac gyermekmese mondanivalója, azaz hogy csak a nehéz anyagok, mint a téglák és a beton képesek ellenállni az elemeknek (vagyis a mese esetében a farkasnak) még mindig meghatározó szemlélet, de mára elavulttá vált (Englefield, 2021). Nemcsak a fa, de a szén és más természetes, „könnyű” anyagok is kitűnően szolgálnak építőanyagként, ha megfelelően vannak beépítve és rendszeres karbantartásuk is biztosított van.

A természetes anyagok újrahasználatára is van lehetőség. A fa könnyű megmunkálhatósága és nedvességtől elzárt helyen való tartóssága miatt újrahasználatára a legelterjedtebb. A vázas faépítési módnak köszönhetően ezt a gyakorlatban sok helyen ki is használják. A földanyagú falszerkezetek, mint például a vályog, is kezdenek újra

elterjedni, ez az építési mód (amennyiben nem szennyező, mesterséges anyagokkal keverik a megfelelő szilárdság érdekében a földet) teljesen visszaforgatható. A szalmabála vagy nád anyagú építőanyagok is kiállják az évtizedek próbáját, és nem hagynak maguk után környezetszennyező hulladékot.

A természetes anyagok újszerű népszerűségére jó példa az utóbbi időben egyre jobban elterjedő kender növény felhasználása az építőiparban. Ennek a növényi alapanyagának is az az előnye, hogy nagyon gyorsan nő, szén-dioxidot köt meg és oxigént termel. A növény teljes egészében felhasználható, az építőipar a kender fás szárát használja kenderbeton készítésére. Előnye, hogy nem tartalmaz méreganyagot, nem támadják a rágcsálók és a bogarak, méisztartalma miatt fertőtlenítő és baktériumölő hatású, nem penészedik, szabályozza a belső páraháztartást, fal és szigetelés egyben, ezáltal költséghatékony. Kiemelkedő hőszigetelő tulajdonságok mellett jó a hőtároló képessége, akusztikailag is jól szigetel, allergiamentes és nincs egészségre káros hatása. Tűzálló, ugyanakkor nedvességre érzékeny. A kenderbeton teljes egészében biológiailag lebontható. Gyártanak belőle kenderetglákat is, de a helyszínen is zsaluzható, illetve favázba öntve előregyártott fal és födémemeleket is lehet belőle gyártani. Franciaországban és Belgiumban többemeletes lakóházak készülnek teljes egészében kenderbeton szerkezettel (Demir & Doğan, 2020).



33. ábra: De Twee Snoeken, kenderbeton homlokzat mész vakolattal a hollandiai Voorst városházán

45

A technikai ciklus anyagai, azaz a mesterséges anyagok

A természetes anyagok mellett a mai építészetben szükség van új mesterséges anyagokra is (a technika jelen állása szerint nem tudjuk az összes mesterséges anyagot helyettesíteni természetes anyagokkal és teljes egészében újrahasznosításra sem tudunk még támaszkodni, de remélhetőleg kitartó kutatás és fejlesztés eredményeképpen ez is bekövetkezhet). A mesterséges anyagoknál fontos szempont, hogy lehetőleg azokat használjuk, melyek egy komponensűek, könnyedén újrahasználhatók a jövőben és alacsony energia igényű és szén-dioxid kibocsátással jár az előállításuk. Ezen a területen is sokat kell fejlődni az építőiparnak.

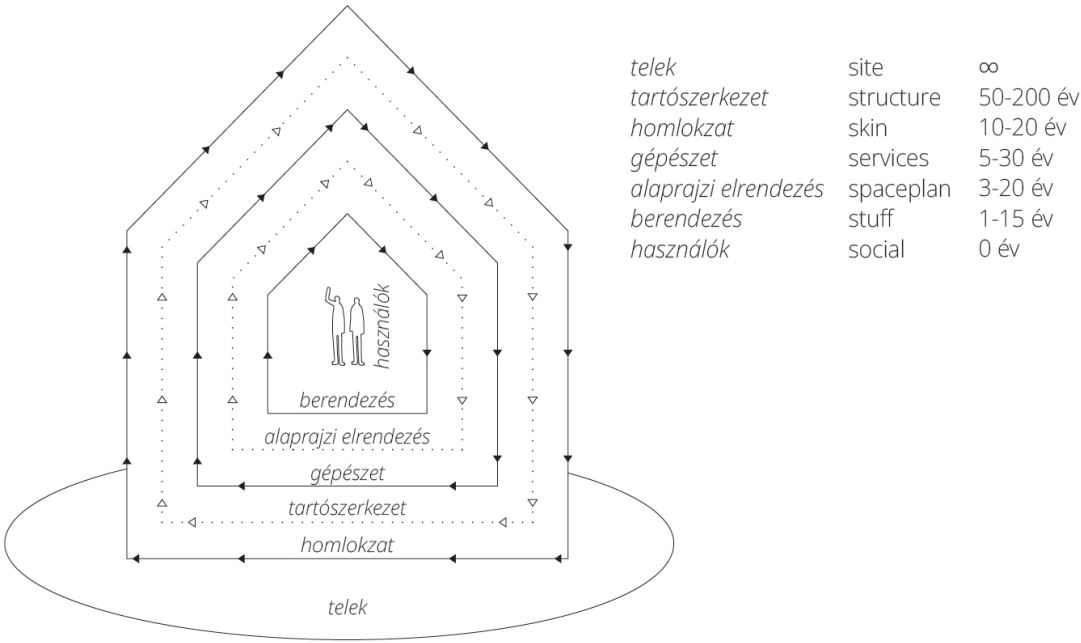
Számtalan mesterséges anyag nyersanyagának forrása apadhat el a jövőben, ezeknek a hiányát egyrészt természetes anyagokkal kell betölteni, másrészt a technikai ciklus körforgásának elősegítésével, azaz újrahasznált anyagokkal, ezekről a későbbiekben írok részletesebben.

3.2.2 Az anyagok használata, avagy a szétszedhetőség

Az anyagok körforgásának elejét, az eredetük ismeretének a fontosságát mutattam be az eddigiekben. A körforgás következő lépésében, az anyagok felhasználásánál biztosítani kell, hogy a jövőben újrahasználhatóak legyenek, ehhez szétszedhető/szétszerelhető módon kell tervezni. Ennek legfontosabb alapelve az épületrétegek függetlensége. Ezzel kezdem a bemutatást.

3.2.2.2 A hasadó épületrétegek (shearing layers)

A Stewart Brand nevéhez köthető modell (Brand, 1995) lényege, hogy az épületeket hat hasadó rétegre bontja az alapján, hogy mennyi a megújulási idejük, élettartamuk.



46

34. ábra: a hasadó épületrétegek, saját ábra, Brand, 1995 ábrájának fordítása

A 6 réteg a következő:

- Site azaz a telek, amelyen az épület áll, az épület közvetlen környezete – tekinthetjük állandónak, élettartama végtelen.
- Structure azaz tartószerkezet – manapság 50 éves időtávra tervezzük, de ez kitolható akár 200 évre vagy még többre.
- Skin azaz homlokzat beleértve a tetőt is, mint az 5. homlokzatot – élettartama szintén nagyon eltérő lehet, de ha a kivitelezési garanciákat vesszük figyelembe akkor 10 és 20 év közé tehetjük.
- Services azaz az épületgépészeti rendszerek – általában 5-30 év után szorulnak megújításra, a gyorsan változó komfortigények miatt akár még gyorsabban .

- Spaceplan azaz az alaprajzi elrendezés – 3-20 évente változhat, funkciótól függően.
- Stuff azaz a berendezés, minden, ami bontás nélkül elmozdítható – napi szinten változhat, minőségtől és funkciótól függően, Brand 1-15 évre teszi élettartamát.
- +1 Social – azaz az emberek, ezt a réteget Brand nem használta, de a szakirodalomban több helyen is megjelenik, az épületek leggyorsabban változó „rétegei”.

Minden épület felosztható a fenti 6+1 rétegre. Brand modelljét arra használta, hogy bemutassa, hogy ezen rétegek elválasztása és önállósága kulcsfontosságú az épületek könnyű és takarékos megújulása szempontjából.

Példával szemléltetve: ha egy épület gépészeti rendszere és tartószerkezete nem független (bebetonozott vezetékek) akkor a gépészeti rendszer megújításához (melynek élettartama rövidebb, mint a tartószerkezeti rendszeré) a tartószerkezetet is meg kell változtatnunk. Vagy abban az esetben, ha egy épületnek épületfizikai szempontból elavult a homlokzata és azt meg szeretnénk újítani, de az összefügg a tartószerkezetével, akkor a tartószerkezeten is változtatásokat kell eszközölni. Könnyen belátható, hogy a tartószerkezet változtatásába fektetett energia, anyag, pénz elkerülhető, ha a rétegek önállóak. Egy épületréteghez, mely 50-200 évig változatlanul képes szolgálni egy funkciót, nem kell hozzányúlni, csak azért, mert egy másik épületréteg elavult. Azok a kombinált épületrétegek, melyek anyagot takarítanak meg az építés pillanatában, gyakran hosszútávon már nem képesek alkalmazkodni, változtatásuk több befektetéssel (anyag, energia, pénz) jár, tehát nem megújuló megoldások.

3.2.2.1 Szétszedhetőség



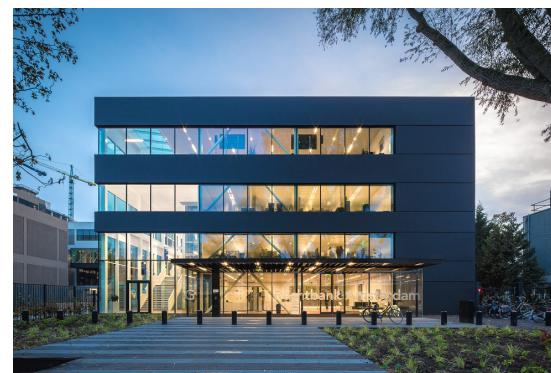
A hasadó épületrétegek függetlenségének biztosításán túl az újrahasználatosságnak az a feltétele, hogy az anyagok szétszedhető/szétbontható kapcsolatokkal legyenek egymáshoz rögzítve (35. ábra). Gondoljunk csak egy ragasztott padlóburkolatra, vagy egy beton

aljzatra. A padlóburkolatot csak bontással tudjuk visszanyerni, anyaga elveszik. Az aljzatot, bármilyen változás esetén csak elbontani tudjuk, anyaga és a készítésébe fektetett energia elveszik, hulladékká válik. A beton ugyan részben újrahasznosítható, de csak újabb energia befektetésével és általában alacsonyabbrendű felhasználási területen (ezt az angol szakirodalom downcycling néven ismeri).

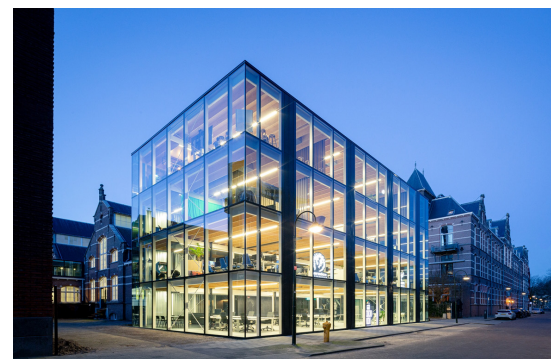
A szétszedhetőség feltételrendszerével részletesebben az 1. számú mellékletben foglalkozom.

A tervezés kezdeti fázisaitól figyelembe kell venni a szétszedhetőség kritériumait, mert ezek az épületek esztétikai megjelenésére is hatással vannak. A megújuló épületeket anyagraktárnak tekinthetjük, ezért szétszedhetőre kell terveznünk őket, hogy meg tudjon valósulni az anyagok újrahasználata. Ebben olyan nyilvános adatbázisok elterjedésének van kritikus szerepe, mint a holland Madaster online adatbázis (Madaster, 2022), melyek regisztrálják az összes (új) épületben található anyagot és azok tulajdonságait. Az építészek és kivitelezők ehhez „digitális iker” modellek elkészítésével járulhatnak hozzá, melyek egy az egyben tartalmazzák az anyag és a beépítési információkat. Az elterjedőben lévő BIM (Building Information Model) modellek tökéletesen betölthetik ezt a szerepet.

36. ábra: cepezed, az amszterdami ideiglenes bíróság épülete



37. ábra: cepezed, szétszedhető irodaház, Delft



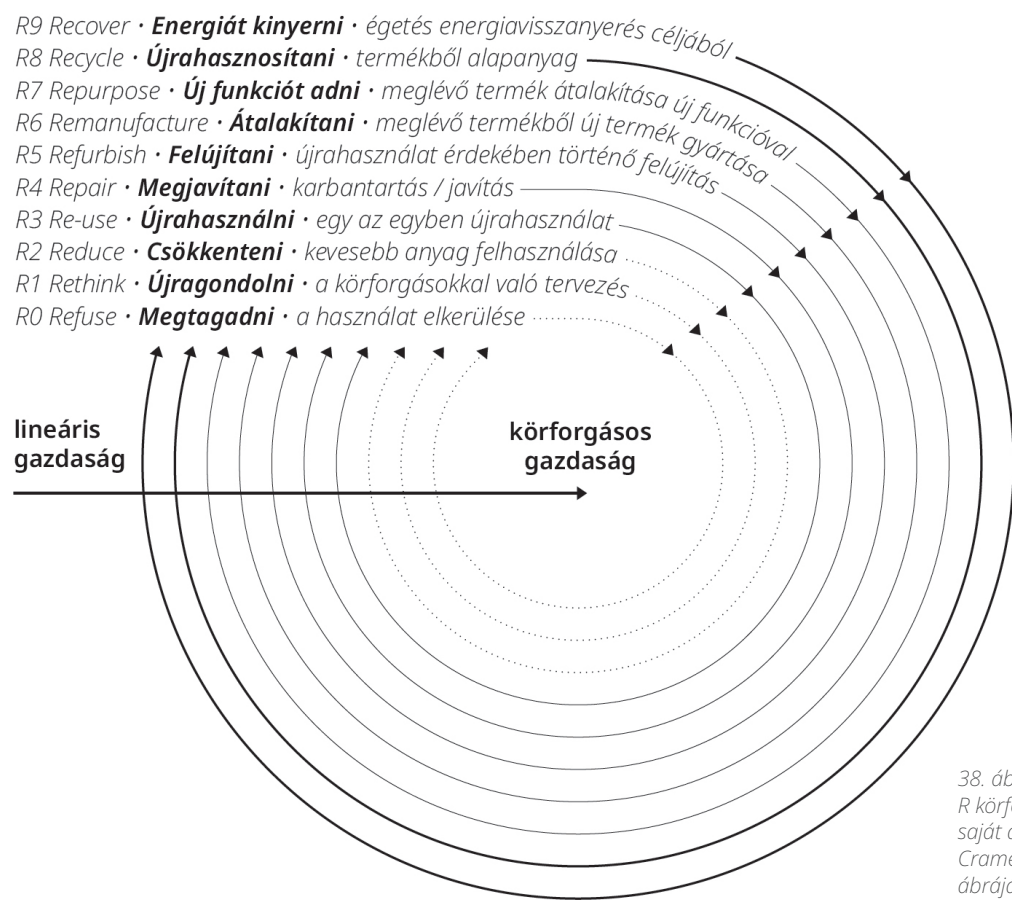
A holland cepezed építésziroda két épületét is érdemes példaként megemlíteni. Az amszterdami ideiglenes bíróság esetében a végleges épület elkészültéig kellett egy olyan épületet tervezni, mely a használat után szétszedhető és máshol újra felépíthető. Az épületnek azonban ennek ellenére reprezentatívnak kellett lennie. A projekt sikerét mutatja, hogy az épületet az élettartama végén egy beruházó megvásárolta és új helyszínen újra fel fogja építeni (Cepezed, 2016).

A delfti építésziroda saját maga számára tervezett irodaháza úgy készült el, hogy minden anyagát egyben vagy külön-külön is újra fel lehessen használni. A sztenderd elemekből épült irodaház előregyártott acél tartószerkezettel és fa födémekkel készült el (Cepezed, 2019).

3.2.3 Az anyagok visszaforgatása azaz újrahasználata

Ha törekszünk arra, hogy egy új épület létrehozása minél kevésbé terhelje meg a környezetet akkor támaszkodni kell arra a lehetőségre is, hogy olyan anyagokat használjunk, melyek már túl vannak egy életcikluson. Ez azt jelenti, hogy a kereslet által vezérelt tervezés átalakul egy kínálat alapú tervezéssé, azzal tervezünk, ami elérhető (Van Assche, 2019).

Az anyagok újrahasználata mindig is jelen volt az építészetben, magától értetődően része volt az építésnek, hogy a helyszínen talált anyagokat is felhasználják az építés során. A Braungart és McDonough által kitalált Bölcsőtől bölcsőig tervezésnek az az alapvetése, hogy minél több ciklust, és minél kevesebb anyag és energia befektetéssel járó megújulást kell egy "termék" esetében beiktatni annak érdekében, hogy minél tovább használható legyen (McDonough & Braungart, 2002). Ez a megújuló tervezésnek is alapvetése.



38. ábra: A 10 R körforgások, saját ábra Cramer, 2017 ábrájának fordítása és átdolgozása

49

50

Az anyagok újrahasználatának szintjeiről sok különböző csoportosítást lehet találni (Vermeulen, Reike & Sijors, 2019). A korábban bemutatott pillangó diagramban is különböző újrahasználati szinteket láttunk. Én Jacqueline Cramer holland kutató által megkülönböztetett "10 R" körforgást használom (38. ábra) (Cramer, 2017). A legbelső körforgás a használat megtagadása, a legkülső az energia visszanyerése. Minél tovább haladunk bentől kifelé a körforgásokon, annál több befektetett energia és anyag (vagy erőfeszítés) szükséges ahhoz, hogy meg tudjon valósulni az újrafelhasználás. A tervezésnél a körforgás belső köreire kell törekedni, mert annál kisebb a környezetterhelés.

A körforgás belső három köre (megtagadni – csökkenteni – újra tervezni) az előkészítő fázisokra vonatkozik, mindhárom kör a megelőzésre helyezi a hangsúlyt: a legjobban akkor cselekszünk, ha elkerüljük vagy átgondoljuk a használatot teljes egészében. Ezek a körök az **elégességességre** törekszenek.

A következő öt körforgás esetében az élettartam meghosszabbításról van szó: azaz hogyan tudunk anyagokat, épületelemeket anélkül újrahasználni, hogy alapanyaguk megváltozzon.

Végül a külső két kör az anyag és az abban lévő energia felhasználására törekszik. Mindkét körforgás alacsonyrendű, sok energiát igénylő folyamat. Gyakran csak erre van lehetőség, pedig ez a legkevésbé előnyös megoldás. Az előző öt és ez a két megoldás a **körforgásos gazdasághoz** tartozik.

Vannak olyan felsorolások melyekben megtalálható az „R”-ek között a Respect – Tisztelet és a Responsibility – Felelősség is (Van Assche, 2019). A felelősségre én is kitértem dolgozatom első fejezetében, a tisztelet pedig az anyagok értéke iránti tiszteletre utal, azaz a megőrzésre.

A 10 R körforgás egy a tervezés minden fázisában használható segédeszköz, melynek segítségével tudatosabbá tehetjük az anyagválasztást. A hasadó rétegeket a 10 R újrahasználati módszerekkel kombinálva születik meg a 6×10 modell, mely szintén hasznos tervezési segédeszköz. Segítségével épületrétegenként vizsgálható, hogy melyik anyag újrahasználati megoldása a legcélravezetőbb a projekt szempontjából. A 10R körforgások az 1. számú mellékletben részletesebb bemutatásra kerülnek.

Az újrahasználató anyagok elérhetőségét manapság egyre több ezzel foglalkozó építőanyagkereskedés és adatbázis segíti. Az építészek igénybe vehetik azoknak a szakembereknek a tudását is, melyek új

építőipari szereplőkként az újrahasználat megkönnyítésén dolgoznak. Ezek lehetnek bontással foglalkozó szakemberek vagy olyan „szüreti menedzserek” akik épületekből kinyerhető anyagokra szakosodnak (Platform CB23, 2021).

A megújuló építészetben a következő választási létra segít az anyagválasztásnál:

1. alaposan gondoljuk végig hogyan tudunk a lehető legkevesebb, de elegendő anyagot használni,
2. törekedjünk újrahasznált anyagok használatára, lehetőleg a közvetlen környezetből származókra,
3. ezeket egészítsük ki természetes anyagokkal,
4. ha ez nem elegendő akkor használjunk új, de újrahasználható anyagokat/építőelemeket.



39. ábra: a meglévő és az új épület

40. ábra: helyszíni beton nélküli földszinti padlóburkolat



Az anyagválasztás a megújuló építéset elveinek figyelembevételével történt, a tervezés során arra törekedtünk, hogy minél több újrahasznált vagy újrahasznosított, újrahasznosítható vagy természetes anyag kerüljön felhasználásra. A teljes egészében fa tartószerkezetre sajnos pénzügyi okokból nem volt lehetőség, így egy szétszerelhető acél oszlop-gerenda szerkezet és egy fa, elemes kitöltő födém rendszer mellett döntöttünk. A födémrendszer alsó felülete egyben az akusztikai mennyezet is, a gépészeti vezetékek látszó módon kerülnek szerelésre, így elkerülhető az álmennyezet használata. Az új épületet homlokzatánál egy részben újrahasznosított alumíniumból készült függönyfalrendszer mellett döntöttünk. Az új és meglévő épületek közötti visszahúzott homlokzati szakaszok tömörek, egy favázis szerkezet és hőszigetelés alkotja a falak belső rétegét. Külső falréteggént eredetileg a helyszínen elbontásra került téglafalak maradákaival feltöltött és növényekkel befuttatott gabion falat terveztünk, de ez a magassága miatt költséges acél tartószerkezetet igényelt volna. Végül egy táblás burkolatot kap, mely előtt acél kábeles növényfal kerül kialakításra.

Az épületben szerettük volna elkerülni a beton használatát, a földszinti padló, mintha egy kültéri burkolat lenne, pusztán homokágyba fektetett újrahasznált téglák és beton lapokból kerül kialakításra. Az emeleti födémekben a feltöltést és hangszigetelést száraz esztrich segítségével oldottuk meg. A tetőfödém végül költséghatékonyság miatt előregyártott beton födémről készült.

53

A szőnyegpadló burkolat újrahasznosított anyagból készült, a marmoleum burkolat természetes anyagú. A falakon bambusz, újrahasznosított textilből készített akusztikus burkolatok és mohafalak váltakoznak. Az álmennyezeti elemek egy része visszakerült álmennyezeti szigetek formájában, ezekhez kevesebb anyag szükséges és a nyitott mennyezeti részek által az irodai terek is magasabbnak tűnnek. A vizesblokkok teljes burkolatcseréjéről lebeszéltek a megrendelőt, egy-egy kisebb beavatkozás elegendő volt ahhoz, hogy ezek a terek is frissebb benyomást keltsenek, ezzel rengeteg felesleges új anyagot és hulladékot takarítottunk meg.

Az épület tartószerkezete újrahasználható acél, a homlokzati üvegfalának alumínium tartószerkezete is újrahasznosítható. A cölöpalapozás is "kicsavarható", az emeletközi födémek fa elemekből épülnek fel, melyek szintén szétszerelhetőek. A földszinti födém egy újrahasznált téglák és betonlapokkal lerakott, kvázi kültéri burkolat, mely felszedhető és máshol használható, az emeleti szintek padlóburkolatai is mind-mind újrahasznosítható anyagból készültek.

Eredetileg egy olyan belső válaszfal rendszert javasoltunk, mely elemenként szétszedhető és áthelyezhető. Sajnos pénzügyi megfontolások miatt nem sikerült meggyőznünk a megrendelőt, hogy a kezdeti nagyobb befektetés megéri, hiszen egy iroda belső berendezése gyakran változik. Végül olyan gipszkarton válaszfalak mellett döntöttünk, melynek külső rétege újrahasználható építőlemez, tartószerkezete újrahasznosítható.

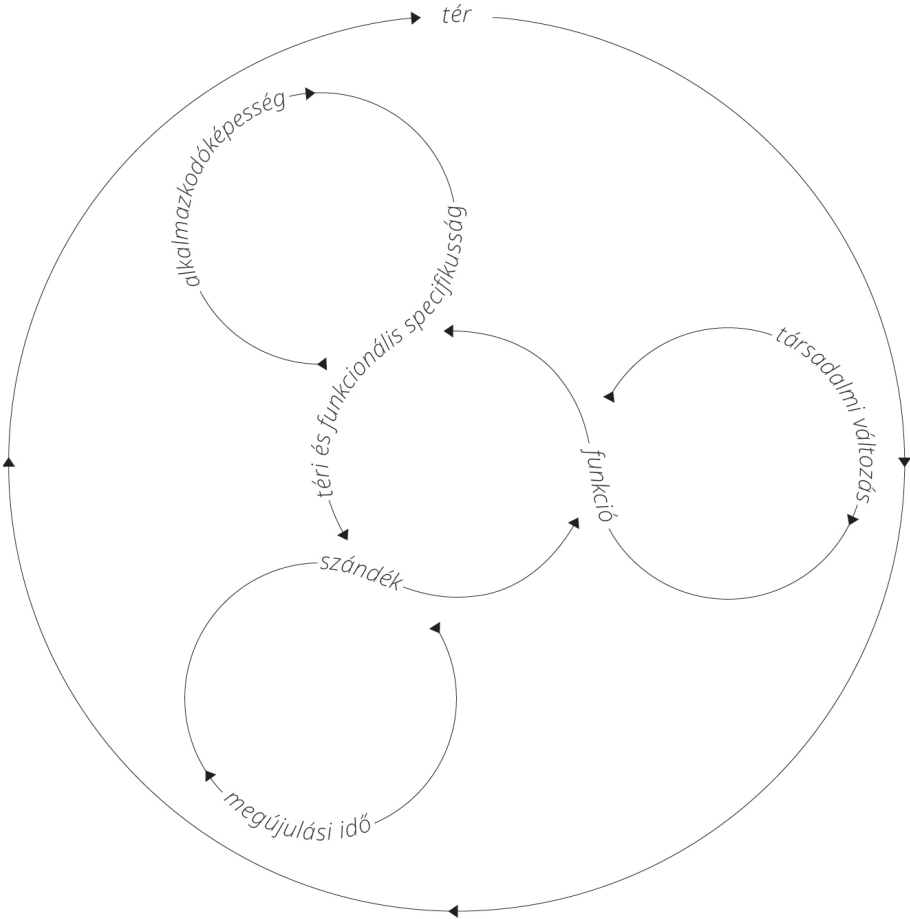


41. ábra: a meglévő épületek új irodateréi

42. ábra: álmennyezeti szigetek csak ahol szükségese



3.3 A funkció és tér körforgása



43. ábra: A funkció és tér körforgása, saját ábra

A természetes, társadalmi és anyagi körforgások bezárása azaz lehetővé tételén túl az épületeinknek téri és funkcionális szinten is minél tovább használhatónak kell lenniük. Ezt a fejezetet a megújuló építészet gazdaságosságának bemutatásával kezdem, majd pedig a hosszútávú használhatóság feltételeit gyűjtöm össze.

3.3.1 Gazdaságosság avagy a minél tovább használható épület

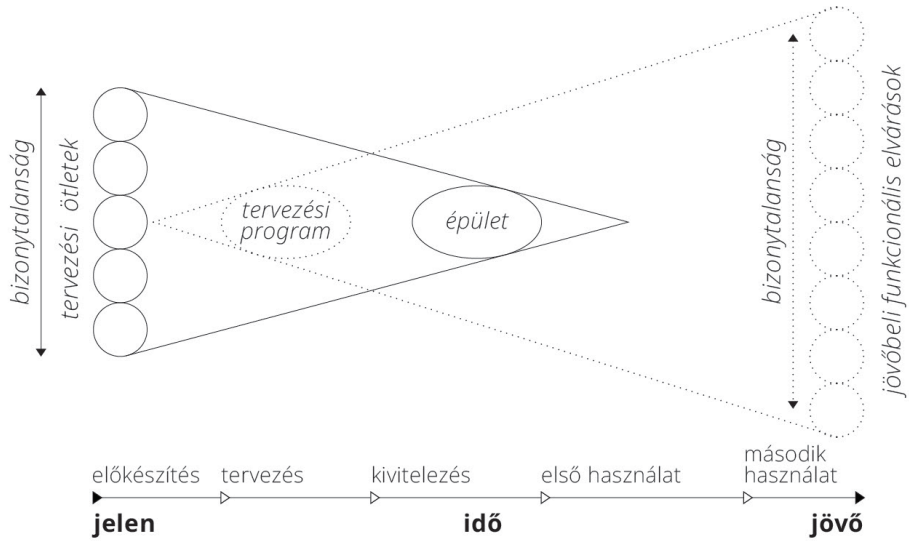
A megújuló építészet nem csak a természet és a társadalom szempontjait veszi figyelembe, hanem a gazdasági szempontokat is. Törekedni kell arra, hogy az építészetbe fektetett szellemi energia, fizikai energia és anyag ne vesszen kárba, azaz minél tovább használatban maradjon. (Úgy is fogalmazhatunk, hogy a befektetett erőforrások ne hulladékká váljanak, hanem valamilyen formában újra tudjanak hasznosulni).

44. ábra: A bizonytalanság paradoxon, saját ábra Schmidt III & Austin, 2016 ábrájának fordítása

A megújuló tervezés fontos kiindulópontja, hogy az építészet egy örökké változó, be nem fejezett folyamat. Építésként egy épület anyagainak, tereinek és használatának csak egy rövid időszakát befolyásoljuk, hibás lenne azt hinni, hogy olyasmit alkotunk, mely nem fog változni. A jövőbeli változásokat figyelembe vevő gondolkodásmód és a hosszú használhatóságra törekvő tervezés jelenti a megújuló építészet gazdaságosságát.

A gazdaságosságnak természetesen pénzügyi, finanszírozási vetülete is van. A hosszútávban való gondolkozást azok az újszerű finanszírozási és költségcsökkentési lehetőségek is elősegítik, melyek a körforgásos gondolkodással együtt rohamosan terjednek el (például a total cost of ownership azaz a teljes tulajdonlási költségek, vagy a termék lízing szolgáltatások). Mivel ezek alkalmazása nagyban hozzájárulhat a megújuló tervezés és kivitelezés sikeréhez, ezért vonjunk be olyan pénzügyi szakembereket is a tervezési vagy kivitelezési folyamatba, akik rendelkeznek az ehhez szükséges ismeretekkel (van Oppen et al., 2020).

3.3.2 A változás lehetővé tétele



Az épületekkel szemben támasztott követelmények a használat változásával együtt folyamatosan alakulnak. A fenti ábra (44. ábra), azt mutatja be, hogy mennyi bizonytalanság van egy tervezési folyamatban. A baloldali folytonos vonalú körök a tervezési ötletek sokaságát jelentik meg, melyek a tervezés során elmozdulnak egy megoldás irányába, ez a középső, jobboldali ellipszis, a megvalósult épület. Ezzel szemben a

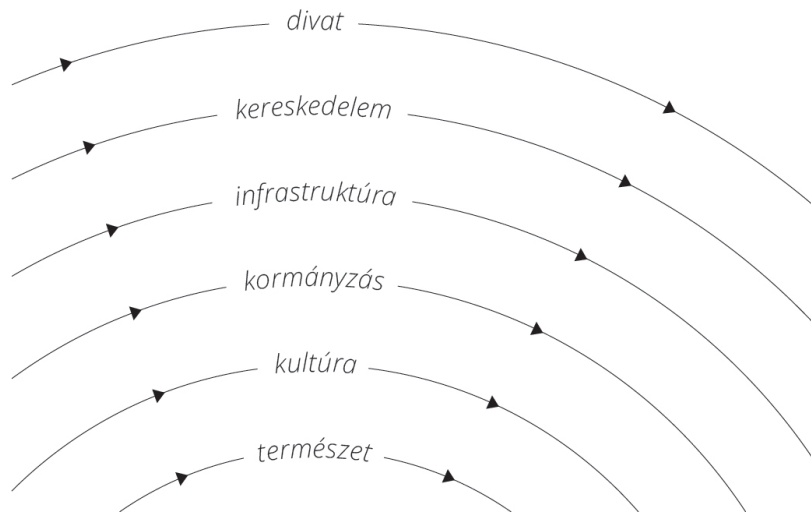
baloldali szaggatott ellipszis az épített pillanatnyi igényeit szemlélteti, azaz a tervezési programot, a megbízás pillanatában. Ez a program az ábra jobboldalán található bármelyik körre alakul az épített vagy használók igényeinek változásával. Egy megújuló épület képes, a kezdeti tervezési programon túl, a jövőbeni programváltozásoknak is megfelelni. A tervezés pillanatában még úgy tudjuk a változásra felkészíteni a tereket és épületeket, hogy nem kell gyökeresen áttervezni és átépíteni azokat. Azaz jövőben felhasználható anyagot és energiát tudunk megspórolni azzal, hogy az épületek alakíthatók, többféleképpen használhatók lesznek.

A tervezési feladat során tehát a következőket vesszük számba:

- Mi a funkció és az várhatóan milyen gyorsan változik?
- Mi az építetők szándék időtávja?
- Mennyi a megújulási ideje?
- Mennyire kell az épületnek térileg specifikusnak lennie?
- Milyen alkalmazkodóképességre van szükség?

3.3.2.1 Funkció és változásai

A különböző funkciójú épületekkel szemben támasztott követelmények más és más ütemben változnak. Az alábbi ábra (45. ábra) szintén Stewart Brandtól származik (Brand, 2018) és egy egészséges civilizáció összetevőinek változási sebességét mutatja be. Megfigyelhető, hogy a civilizáció összetevőinek változása párhuzamba állítható a különböző építészeti funkciók változásaival.



45. ábra: A civilizáció összetevőinek változási sebessége, saját ábra Brand, 2018 ábrájának fordítása

57

58

A leggyorsabban változó, külső kör a divat, mely az építészetre is hatással van. Ide sorolhatjuk a divatot kiszolgáló kereskedelmi funkciókat, például üzleteket melyek drámai gyorsasággal, gyakran szezonálisan változnak. A második a kereskedelem, ide az irodafunkciókat sorolom, szintén rendkívül gyors ütemű változás jellemző rájuk, 1-2 évben mérhető. Az iroda bérlemények méretei, a komforttal szemben támasztott elvárások, a külső homlokzati megjelenése is állandó mozgásban vannak. Egy iroda belső tere talán a leggyorsabban változó terek egyike: az alaprajzi elrendezés elemei (válaszfalak, mennyezet, padló) gyakorlatilag berendezési elemekké válnak. Nem véletlen, hogy egy irodai szőnyeget gyártó cég, a holland Desso volt az első olyan gyártó, mely a gyártott anyagaikat a használat után teljeskörűen visszaveszi. A megújulási ciklus kellően rövid és tervezhető ennek a megvalósításához.

Az ezt követő az infrastruktúra, melynek a lakóépületek feleltethetők meg az építészeti funkciók közül. Változásuk lassabb ütemű, a bennük lakók életében bekövetkező változások befolyásolják, 5-10 évben mérhető. Ezek az épületek leggyakrabban nem képesek a változást lekövetni és teljeskörű átalakításra vagy gyakran bontásra vannak ítélve. Az átalakítható alaprajzi elrendezésű lakások nagy értéket jelenthetnek lakástulajdonosok számára. Célszerű lenne ezt a tervezési program részévé tenni, mert valószínűleg sokan áldoznának többet azért, ha lakásuk le tudná követni a változó igényeiket, könnyen tudna változni például a család növekedésével együtt.

Következő a kormányzás, azaz a közigazgatási épületek. Az ezekkel szemben támasztott követelmények általában több mint 10 évente változnak. Az utolsó előtti összetevő a kultúra. Egy kulturális funkció, mint egy múzeum vagy színház a helyén marad több száz évig. Átalakítások mindenképpen lesznek, de ritkábban érintik a meghatározó tereket, ugyanakkor érinthetik az intenzív használatnak kitett belső alaprajzi elrendezés anyagait, a berendezését és a gépészeti rendszereket is. Az alkalmazkodóképesség itt többféle használatra vonatkozik.

A legbelső összetevő a természet, megújulása évszázadokban mérhető, építészeti funkciót nem köthetünk hozzá.

3.3.2.2. Az építetők szándék és az épületek megújulása

A hosszútávú használatra való törekvésben szintén nagyon meghatározó a beruházó vagy építető szemlélete és szándéka. Egy olyan beruházó, mint egy szociális szervezet vagy önkormányzat, hosszútávon tulajdonosa marad az épületeinek. Egy építető, aki irodaházat épít és azt hosszútávon kiadja, szintén érdekelt az épületekbe

fektetett anyagok tartósságában. Az épület ebben az esetben egy befektetés, mely 50 év múlva is a tulajdonos és a használók érdekeit fogja szolgálni. Ezzel szemben egy beruházó, aki eladja a lakásokat egy társasházban, kevésbé érdekelt a hosszútávú megújulásban. Ebben az esetben a vevők számára jelent értéket a hosszútávú használhatóság, az alkalmazkodóképesség, legyen szó anyagokról vagy terekről. A tervezés elején tehát meg kell állapítani mi az építtetői szándék, és mennyi lehet az épület és anyagainak megújulási ideje.

Rövid ciklusú megújulás

A rövid ciklusú megújulás arra törekszik, hogy minimalizálja a kezdeti befektetett energiát és anyagot (valamint tőkét), lehetővé téve, hogy az elsődleges használat után az anyagok megújuljanak más szerepben a könnyű szétszedhetőség okán. A tartósság ebben az esetben az épületelemek sajátja kell legyen, mert ez is szükséges az újrahazsnosíthatóság érdekében. Gondoljunk a korábban bemutatott szétszedhető irodaházra, melyet a cepezed építésziroda tervezett Delftben (cepezed, 2019).

Ebben a megközelítésben az épület nemcsak mint befejezett egész képvisel értéket, hanem minden egyes eleme önmagában is. Tehát a gyakorlatban anyagok raktárává válik, amit akkor lehet a legjobban kihasználni, ha tisztában vagyunk a tartalmával. Ebben segítségünkre vannak a korábban említett háromdimenziós modellek, melyek pontos képet adnak egy tulajdonosnak arról, hogy az épületében milyen anyagok találhatók, azoknak mik a tulajdonságaik, mik az élettartamuk, mi az önmagukban vett értékük. Amikor tehát egy épület vagy épületrész időtartama lejár, akkor a belőle kinyert anyagokat sokkal egyszerűbb lesz újra körforgásba hozni, történjen az a 10R létra bármelyik körforgásával is.

Hosszú ciklusú megújulás

A hosszú távú megújulási ciklus azt jelenti, hogy a tervezésnél arra törekszünk, hogy a betervezett anyagok minél tovább használhatóak maradjanak az épületen belül, helyhez kötötten legyenek minél tartósabbak. A tartósság tehát mindkét stratégia része csak más és más szinten. Hiába szükséges több anyag és energia (valamint tőke) befektetése az első ciklus előtt, a többszöri használat alatt eloszlik a kezdeti nagyobb befektetés. Ebben az esetben az alkalmazkodóképesség a legfontosabb szempont és a szétszedhetőség a másodlagos. Nem véletlen, hogy a százéves ipari épületek általában gyorsan találnak új funkciókat, gyakran egészen más jellegűeket, mint amikre eredetileg épültek.



46. ábra: ten.
studio, az 500
évre épülő
tartószerkezet

A svájci-szerb ten studio pályázati terve a hosszútávú tartósságot igyekszik biztosítani, amikor olyan hibrid tartószerkezetű toronyházat javasol, melynek beton alapszerkezete 500 évre épül. A koncepció lényege, hogy a beton tartószerkezet csak minden harmadik szinten épül ki, a köztes elemeket fa födémeikkel oldják meg, ami „rövidebb távú” alakítást tesz lehetővé. A terv a 6 hasadó réteg közül a szerkezetre helyezi a hangsúlyt, és abból indul ki, hogy a többi réteg az 500 év alatt számtalan cikluson esik át (ten.studio, 2021).

A két stratégia más és más helyzetekben célravezető. A hosszú távú takarékoság a lassan változó épületrétegek esetében

célravezetőbb. Egy betonváz, nagyfeszítávú épület könnyedén alkalmazkodik több különböző funkcióhoz, így a szétszedhetőség kevésbé fontos elvárás. Ugyanakkor egy ideiglenes funkcióra készülő, könnyűszerkezetes épület, mely gyorsan, kevés anyaggal felépíthető teljes egészében tud alkalmazkodni, épületelemek szintjén változtatható a különböző használókat szolgálva. A tartószerkezetének szétszedhetősége ebben az esetben reális elvárás lehet.

3.3.2.3 Téri és funkcionális specifikusság

Amennyiben tisztában vagyunk már a funkcióval, annak változásaival, az építtetői szándékkal és a várható megújulási idővel a következő kérdés, hogy a funkció térileg mennyire specifikus megoldásokat kíván. Ehhez illő tervezési stratégiát kell választanunk.

A tér és funkció specifikussága/sajátossága szempontjából két szélsőséges megoldás létezik: a funkcióra jól illeszkedően szabott téri megoldások, melyek tökéletesen megfelelnek az adott (pillanatnyi) igényeknek és a bőre szabott megoldások, melyek több szabadságot engednek meg a változásra.

Robert Schmidt és szerzőtársai könyvében (Schmidt III & Austin 2016, p.51) a következő oldalon alálható, 47. ábra szemlélteti ennek a két szélsőségnek a skáláját. Az ábra felső sávja a téri specifikusság skálája, baloldalt a bőre szabott épületek találhatóak, melyeknek nincsen konkrét funkciójuk: egy nagy üres „csarnok”. Jobb oldalt a jól illeszkedő épület található, melyet egy meghatározott térhasználatra terveztek,

konkrét funkcionális elvárásokkal. Az alsó skála a tervezési stratégia skáláját jeleníti meg, bal oldalán található a puha megközelítés, melyben elismerjük a szociális változásokat (melyek funkcionális igények változásait hozzák magukkal). A skála jobb oldalán található a kemény megközelítés, melyben előre meghatározott keretek uralkodnak. Az ábra közepén a szürke nyíl két végén az emberközpontúság és épület központúság található.



47. ábra: téri és funkcionális specifikusság, saját ábra Schmidt III & Austin, 2016 ábrájának fordítása

Az ábra jól szemlélteti azokat a szélsőségeket, melyek között egy tervezőnek lavíroznia kell. Belátható, hogy a két skálán baloldalt található épületek, a nagy üres csarnokterek annyira határozatlanok, hogy szinte bármelyik funkciónak helyet tudnak adni. Számtalan példa létezik ezekre az épületekre, legtöbb esetben meglévő nagy fesztávolságú és belmagasságú épületek felhasználásával jönnek létre. Ugyanakkor az is egyértelmű, hogy a téri specifikusság skáláján jobb oldalon található, a funkcióra jól illeszkedő épületek, melyek kevésbé alkalmazkodóképesek sok esetben megkerülhetetlenek. Gondoljunk csak egészségügyi épületekre, laborokra. A kérdés az, hogy tervezési taktika szempontjából a puha vagy a kemény megközelítéshez tartoznak-e, tehát, hogy mennyiben képesek a szociális változások lekövetésére.

A bőre szabott épület esetében a folyamatos változások könnyebben lekövetethetők, a megoldások általánosabbak, kevésbé specifikusak, a terek/tárgyak/épületek olyan tulajdonságokkal rendelkeznek,

ami által többféleképpen használhatók, olyan módon is, amit most még nem látunk előre. Ennek veszélye ugyanakkor éppen az, hogy annyira általános, hogy nem elégíti a használók minimális funkcionális kritériumait. A bőre szabott épületekben gyakori a többlet: téri, anyagi, funkcionális értelemben, hiszen ez teszi lehetővé a változások lekövetését. A jól illeszkedő épületekben viszont lehet olyan megoldásokat találni, melyeknél a többletre nincsen szükség, mert a jól megtervezett, funkcióspecifikus épületek takarékosabban, jobban használhatóak, legtöbbször tovább maradnak használatban.

A bőre szabott épületek esetében úgy is fogalmazhatunk, hogy a használónak kell inkább „megdolgoznia” azért, hogy az igényeihez legyen szabva. Értsd: ha a téri keretek szabadabbak, akkor a berendezés szabadabban alakíthatja a teret. (Például ha egy lakóépület lakóterében a konyha a tér bármelyik részén elhelyezhető, mert a gépészeti csatlakozás flexibilis, akkor a teljes tér használata még befolyásolható a használó által.) Ezzel szemben egy jól illeszkedő térben a szabadság korlátozottabb, a használat csak korlátozottan befolyásolható. (A konyha helye előre meg van határozva, az építész által megtervezett helyen található, csak kis mértékben befolyásolható a felhasználó által.)

A megújuló építészetben az a cél, hogy takarékosabban bánjunk az épületeinkkel, tereinkkel, anyagainkkal, a skála bal oldalára való törekvés mindenképpen takarékosabb megoldásokat eredményez hosszú távon. Az anyagok/terek újrafelhasználhatósága szempontjából is előnyösebbek a kevésbé specifikus megoldások. Ugyanakkor igaz az a szempont is, hogy a gondosan megtervezett, szerethető megoldásokkal használóként gondosabban is bánunk, tovább használjuk azokat, vagyis meghosszabbítjuk a használati periódust (Brand, 1995).

A funkció és szándék ismeretében kell megvizsgálni, mikor melyik taktika a célravezető. A tervezők felelőssége, hogy ezt végig-gondolják a tervezés során és a megrendelőnek is rávilágítsanak arra, hogy az ő igényei is, szinte biztos, hogy meg fognak változni. Közösén kell tehát a középútra törekedni, vagyis olyan megoldásokra, melyek megfelelnek az adott igényeknek, ugyanakkor nem annyira specifikusak, hogy ne lehessen őket másként, más által is használni.

A jól megtervezett épületre példa a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem központi épülete, melynek kifinomult anyaghasználata, fő téralakítása és szerkesztése nem változik, de a belső kialakítása lassan, az évek során alakul a változó igényekhez. A szerkezetek többleteik okán képesek a változást befogadni.

A belgiumi Ghentben található Melopé iskola, melyet a belga XDGA iroda tervezett a bőre szabott épület példája. A galvanizált acél vázszerkezet egy alkalmazkodó és a későbbiekben alakítható keretet biztosít a zárt terű iskolai és szabadtéri szabadidős funkcióknak. A vázon belül a funkciónak megfelelő tömör, fényáteresztő polikarbonát és átlátszó üvegfalak váltakoznak (XDGA, 2020). Különböző téri megoldások jöhetnek létre kis változásokkal, a tereket a használók töltik meg élettel.



48. ábra: XDGA, Melopée iskola, Ghent

3.3.2.4 Alkalmazkodóképes terek típusai

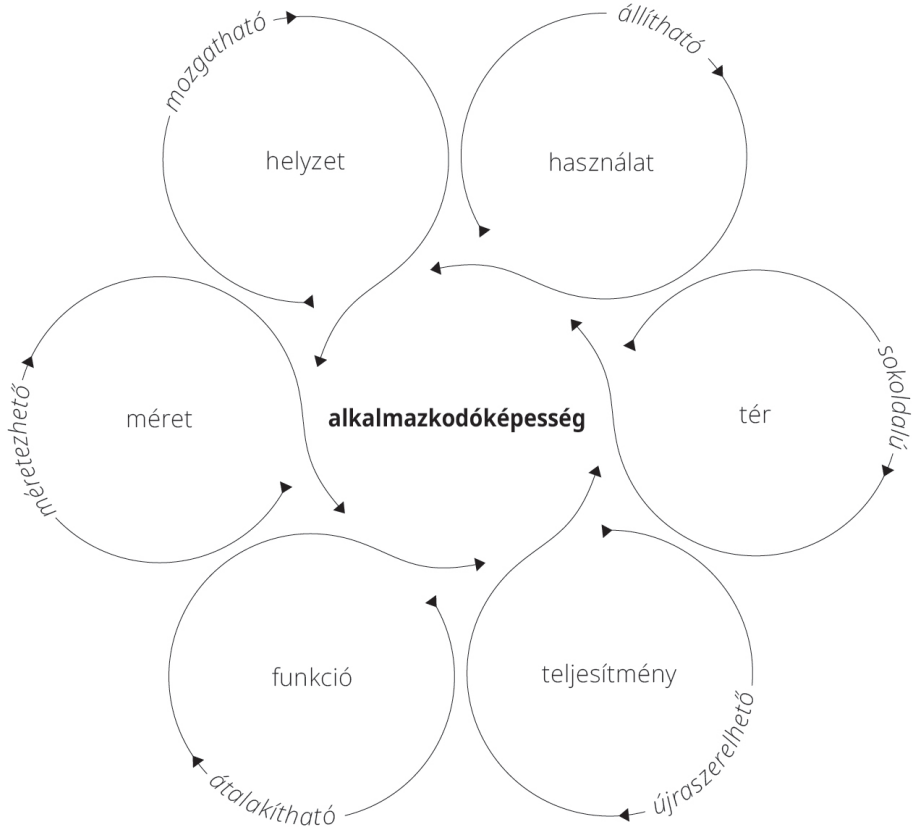
A tervezési stratégia választása segít abban, hogy ezek után kiválasszuk a hosszútávú használatot legjobban szolgáló alkalmazkodóképességi fajtát vagy fajtákat. Hat típusú alkalmazkodóképesség közül lehet választani (49. ábra) (Schmidt III & Austin 2016):

- Állítható (adjustable) – feladat/felhasználó-váltás esetén való alkalmazkodóképesség
- Sokoldalú (versatile) – a terek belső megváltoztatása
- Újra szerelhető (refitable) – a terek/épületelemek teljesítményének változása
- Átalakítható (convertible) – a használat megváltozása
- Méretezhető (scalable) – a méret megváltoztatás
- Mozgatható (movable) – a helyváltoztatás

Ezek közül az első kettő az, melyek a jelen funkcionális változásaihoz kapcsolódnak, melyek rövid távon bekövetkezhetnek. Mivel az épület anyagainak változása nélkül történnek, ezeket tisztán a hosszú ciklusú megújulással hozhatjuk összefüggésbe. A maradék 4 típus időbeli gyakorisága alacsonyabb, változásuk szétszedhetőséget is igényel, tehát átfedést mutatnak a rövid ciklusú megújulással.

Az alkalmazkodóképesség fent felsorolt hat fajtáját az 1. számú mellékletben, a tervezési módszereknél részletesen bemutatom.

49. ábra: Az alkalmazkodóképesség fajtái, saját ábra, Schmidt III & Austin, 2016 ábrájának átdolgozása és fordítása





50. ábra: az előcsarnok többféle használatra alkalmas tere

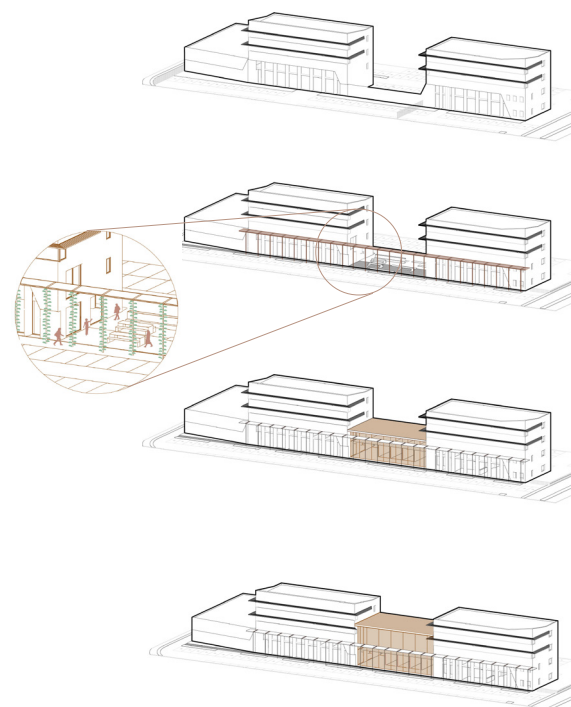
51. ábra: az irodában nyitott és zárt terek váltakoznak



Az eredeti pályázati tervben egy növekedési modellt javasoltunk, mely különböző létszámváltozások esetén is képes kiszolgálni a vállalat igényeit. Mivel a pályázati fázisban még nem voltak letisztázva a valódi felhasználói igények, ezért ezek és az épületek számbavételével javasoltuk elkezdni a közös munkát, ha elnyerjük a pályázatot.

Első lépésnek az épületeket összekötő téglafal elbontását javasoltuk, majd egy növényzettel borított tornác (vagy pergola) építését, mely fedett-nyitott kapcsolatot létesít a két épület között, ezzel javítva az átjárást. A két épület közötti parkoló helyére egy nyitott találkozási pontot terveztünk, mely az épületegyüttes új "szíve" lehet. A második lépésben, amennyiben erre igény mutatkozik, egy összekötő épületet javasoltunk, mely a későbbiekben függőleges irányban bővíthető. A terv célja az volt, hogy az újabb és újabb fázisok a korábbiakban épültek minimális módosításával legyenek kivitelezhetőek és hogy a lépéseket mindkét irányba meg lehessen tenni, tehát mind a bővítésre, mind a szétszedésre alkalmasak legyenek. A meglévő épületekkel kiegészítve így egy alkalmazkodóképes épületegyüttest kap a vállalat. Mivel az épület a tulajdonosé, ezért az alkalmazkodóképeségbe való befektetés gazdasági szempontból hosszútávon megtérül.

A meglévő épületek esetében az alkalmazkodóképeség a differenciált terek, azaz nagyobb nyitott és kisebb zárt terek változatossága által valósul meg, mely többféle használatot tesz lehetővé.



65

66

52. ábra: a pályázati terv növekedési modellje

Az új épületben a földszinti terek többféle és időben eltérő használata által alkalmazkodóképesek. Az ebéidőben étkezőként használt tér a nap többi részében informális megbeszélések és spontán találkozások színhelye, mely lényeges szerepet tölt be a munkahelyi informális kommunikációban. Az esti órákban nagylétszámú összejövetel, fogadások, prezentációk és előadások megtartására tervezik használni a teret.

Az emeleti tágas közlekedők egyben flexibilis munka- és tárgyalóhelyek is. A tárgyalások előtt itt várakozhatnak a használók, a teakonyhák egyben fontos találkozási pontok az épületben.



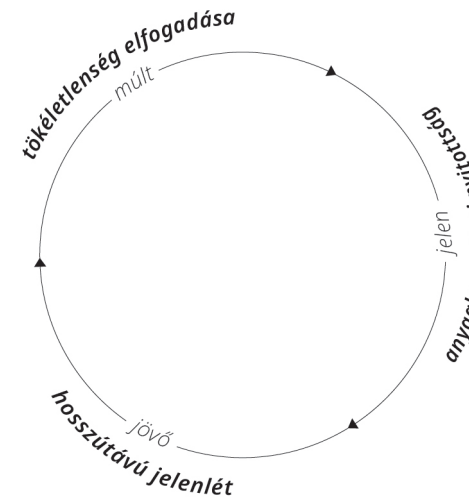
53. ábra: az előcsarnok az új épület szíve

54. ábra: tágas közlekedőterek



4. A megújuló tervezés, mint nyitott végű tervezés

4.0 Nyitott végű tervezés



55. ábra: A nyitott végű tervezés összetevői; saját ábra

68

Többek között az építészet egy olyan formáját keressük, ami a klasszikus építészethez képest nem tökéletes és befejezett amikor megépült... Olyan építészetet keresünk, ami bizonyos zenei darabokhoz vagy költészeti művekhez hasonlóan a használók által változhat, egy improvizációs építészetet (Rogers, 1991, p.146).

A megújuló építészet alapvető tulajdonsága, hogy nyitott marad a változásokra, a megújuló tervezésnek ezt elő kell segítenie. A tervezés egy be nem fejezett folyamat, mely mindig csak a

következő áttervezésig, a következő változás lekövetéséig meghatározó. Én ezt a tulajdonságát nyitott végű tervezésnek nevezem, mert a tervezés során nyitva maradnak, elhalasztódnak tervezési döntések. Ezáltal lehetővé válik, hogy a későbbieknek, tanulva a használatból, újra lehessen gondolni a terv vagy az épület első verzióját. Ugyanakkor arra is lehetőség van, hogy olyan anyagokat használjunk a kivitelezés során, melyek a tervezés pillanatában még nem elérhetőek. Az elnevezés azt is kifejezi, hogy a folyamatok szereplői közötti hosszútávú partnerség rendkívül fontos része a tervezésnek. A következőkben a fent említett három elvet fogom bemutatni.

Negyedik tézis

A megújuló építészeti tervezés egy nyitott folyamat, ami

- a múlt tanulságaira és adottságaira épít, ezért elfogadja a tökéletlenséget és belső szépségre törekszik,
- a jelen feladványait oldja meg tehát alkalmazkodik az elérhető anyagokhoz,
- valamint nyitott marad a jövő változásai felé ezért hosszútávú jelenlétre törekszik.

4.1 Tökéletlenség és belső szépség

A japán wabi sabi elve arra az életfelfogásra utal, melynek középpontjában a tökéletlenség és múlandóság elfogadása áll. Ezt a magatartást tekinthetjük egyfajta **elégességességi** stratégiának is, melyet terekre és anyagokra is értelmezhetünk.

Stewart Brand a következő példával szemlélteti a terekre való alkalmazását: Az építető és a tervezők egy projekt tervezése közben jöttek rá arra, hogy nincs sem idő, sem pénz az egész épület átalakítására. Ezért úgy döntöttek, hogy az épület egy részét átalakítják 100%-osan, a funkciót kielégítendő, a többi részt pedig üresen hagyják kísérletezni. A használatba vett részeken kikísérletezték, hogy pontosan mire van szükségük, így az új részeknél nem követték el ugyanazokat a hibákat. Az építésznek így hosszútávon volt munkájuk, mert vissza-

visszatértek az újabb és újabb részek tervezéséhez, mindig tanulva a korábban használt részekből (Brand, 1995, p. 187).

Habár az említett példában a szükség eredményezte, ezt a magatartást tudatosan is lehet használni olyan projektekben, melyekben a funkcionális program még nem kristályosodott ki egészen. El lehetne kerülni, olyan költséges átalakításokat, melyek az épület használata során szerzett tapasztalatokból származnak. Ezeket az átalakításokra gyakran épp a költségek miatt nem kerül sor, így az épület használói kénytelenek kompromisszumokra. Az elv alkalmazása nyilvánvalóan igényel némi rugalmasságot, mert a be nem fejezett részek, bár használhatók, de nem feltétlenül felelnek meg a végleges terekkel szemben támasztott komfort feltételeknek.

Erre a stratégiára utal Schreck Ákos is doktori dolgozatában: „A tér szándékos befejezetlenül hagyása a tervezés egy olyan bevonási stratégiája, ami megnyitja az alakítás fennhatóságát az egyén részére: lehetővé teszi a beavatkozást, ezáltal felhatalmazotti, tulajdonosi viszonyt teremt a térhez és azon keresztül a szervezeti struktúrához” (Schreck, 2017, p.28).

A tökéletlenség elfogadása vonatkozik az újrahasznált anyagokkal való tervezésre is, ami hatással van az épületek megjelenésére. Akár olyan anyagokról van szó, melyek egy másik épületből származnak akár az épületben megtalálható anyagokat használjuk újra, ezek az anyagok egy újabb jelentésréteget adnak az épülethez.

Peter van Assche úgy fogalmaz, hogy a Noorderparkbar pavilon nem csak újrahasznált anyagok gyűjteménye, hanem történetek gyűjteménye is egyben. Az amszterdami parkban található apró kávézóépület csupa magánszemélyektől vásárolt, használt építőanyagból épült, az építész a korábbi használók személyes történeteire utal (Van Assche, 2019).



56. ábra:
bureau SLA,
Noorderparkbar
pavilon,
Amszterdam

A korábbi használatok története vagy a korábbi használat és használók nyomai, a patina, az anyag öregedése, történeti karaktere mindenképpen figyelemreméltó hozadék, mely sok izgalmas tervezési lehetőséget rejt magában. A használt anyagok újrahasználata lehet tudatos döntés eredménye, melyben szerepet játszik az anyag előtörténete, de persze lehet csak az anyag újrahasználata a cél takarékosági szempontból. Mindkét esetben hatással van az

épületekre, különösen ha az anyagok megmunkálatlanul kerülnek beépítésre. Az újrahasználat által az építészek új, izgalmas kihívás elé vannak állítva, kreativitásukat tehetik próbára, azáltal, hogy nem hibátlan, újonnan gyártott anyagokkal dolgoznak és azok felhasználásával alkotnak valami újat.

Azon anyagok, melyek magukon viselik az idő jeleit az utóbbi években újra bekerültek a köztudatba. A használt, a „vintage” jelentős népszerűségnek örvend, de ez a trend nem elég ahhoz, hogy nagymértékű megtakarításokat érvényesítsünk el, melyek viszont szükségesek egy fenntarthatóbb világ eléréséhez. A használt, nap szívta, kifakult esztétikai divat odáig is fajult, hogy ma már újonnan gyártott termékeket is lehet kapni, melyeket mesterségesen öregítenek. Habár ennek visszasságait nem kell magyarázni, ez a trend hozzásegíthet ahhoz, hogy az tényleges újrahasználat tényleges helyet kaphasson a mindennapi építészeti gyakorlatban.

Polyák Levente az új fajta, alulról szerveződő kulturális helyszínekről írt tanulmányában azt írja, hogy az általa tanulmányozott projektekben résztvevő építészek számára „kevésbé a szép tárgyak teremtése, mint inkább a társadalmi hatás vált az építészet céljává” (Polyák, 2016, p.28). Habár a dolgozatomban bemutatott példák is bizonyítják, hogy a szép tárgyak létrehozása igenis lehetséges a megújuló építészet keretein belül, azt gondolom, hogy a társadalmi hatásnak legalább olyan fontosnak, ha nem fontosabbnak kell lennie jelen korunkban.

A felelős építészeti magatartást, a tökéletes anyaghasználatról való lemondást, a fenntartható és takarékos megoldás választását is értelmezhetjük egyfajta belső szépségnek, mely nem feltétlenül egyértelmű és szembeugró, de a történeteken és a megismerésen keresztül bontakozik ki előttünk.

4.2 Anyaghasználati nyitottság

A nyitott végű tervezés vonatkozik az anyaghasználattal kapcsolatos nyitottságra is. A bontott épületekből felszabaduló anyagok elérhetősége egyelőre nem biztosított folyamatosan. Így egy épület tervezésekor még nem tudhatjuk biztosra, hogy milyen anyagok lesznek elérhetőek a kivitelezés pillanatában. Ezért egy kész épületterv helyett egy „nyitott” terv készülhet el, mely tervezési játékszabályokat tartalmaz. Például: a tervező és az építtető arra az elhatározásra jut, hogy egy épület homlokzata faburkolatot kap, melyhez újrahasznált faanyagot fognak használni. A homlokzat tervezésekor a jövőbeli fa

homlokzatburkolat főbb irányait és hozzávetőleges kiosztását lehet csak körülírni, de a kivitelezés pillanatában elérhető faanyag pontos méretei és tulajdonságai még nem állnak rendelkezésre. Ezek a játékszabályok helyettesítik a végleges tervet és segíthetik az építészeket abban, hogy egy nyitott terv is kaphasson építési engedélyt. Ehhez természetesen az engedélyező hatóságok együttműködő magatartása is szükségeltetik.

A holland Superuse iroda ezt a bizonytalanságot úgy kezeli, hogy egy ún. Dinamikus anyagkimutatást készítenek. Ez tartja nyilván az épület különböző szerkezeteit és az azokhoz rendelt anyagokat, de olyan módon, hogy az a folyamat során változhasson. Azt is figyelemmel kíséri, hogy mely anyagot szereztek már be (ha újrahasznált anyagról van szó, akkor ennek különös jelentősége van hiszen ezek elérhetősége nem feltétlenül esik egybe a kivitelezés pillanatával). A lista tartalmazza az anyagok várható költségét, a beszerzés lehetséges időpontját (ugyancsak újrahasznált anyagok esetében), és a környezetre gyakorolt hatását (az ún. Milieuimpact, környezeti hatás, az anyag életciklus vizsgálatával (life cycle analysis röviden LCA) kerül kiszámítására). A listát már a vázlattervi fázisban elkezdik használni és folyamatosan válik konkrétabbá és pontosabbá.

Amikor elkészült a végleges terv, még a kivitelezési terv előtt, szintén egy dinamikus végleges tervet állítanak össze, ez tekinthető egyfajta kivitelezési szerződésnek is, mely a megrendelő, az építész és a kivitelező között köttetik. Ebben a tervben a szerkezetekhez rendelt minőséget írják körül, a környezetvédelmi célkitűzéseket (tehát, hogy milyen környezeti hatású anyagok fogadhatók el), és a maximális elfogadható költségeket. A terv minden szerződő fél számára kötelező érvényű, de megengedi, hogy az egyes költségtelekkel szabadabban lehessen bánni. Ha a kivitelező vagy az építész olyan megoldást talál, mely olcsóbb vagy drágább, mint a tervben előírt költség, akkor más helyen keletkezik többlet vagy hiány. A szerződő feleknek közösen kell egyezségekre jutniuk, hogy ezzel hogyan bánnak. Közösen viselik a felelősséget a kitűzött célkitűzésekért, melyek között a környezetvédelmi célkitűzések ugyanolyan fontossággal esnek latba, mint a pénzügyi keretek. (A fenti információk Jeroen Bergsmától, a Superuse Studios egyik alapítójától származnak, vele 2021.03.10.-én készítettem interjút).

4.3 Hosszú távú jelenlét

A nyitott végű tervezés egy másik megjelenési formája az építész hosszútávú jelenléte egy épület vagy egy projekt esetében. A megrendelő-tervezői együttműködés sokféle lehet:

- Az „első” tervezési és építési ciklus után a projekt nem zárul le, hanem az építész tovább kíséri az elkészült munkát és a használókat egy hosszabb távú együttműködés keretein belül. Ilyen az eindhoveni városháza illetve a minusplus építésziroda alábbi példájában látható.
- A tervező egyben szervezője is a projektnek, így hosszútávú részvétele a projektben magától értetődő, mint az egri Ellátó korábban bemutatott példájában látható (Fábián & Fajcsák, 2016).
- Egy sikeres projekt után a megrendelő a később újra időszerűvé váló átalakításokkal is az eredeti építészt bízta meg.

Akarmelyik formára is gondolunk - és valószínűsíthető, hogy más példákat is lehetne találni - a hosszútávú jelenlét előnye, hogy az építész jól ismeri az épületet, a szándékokat és a használót és a hosszútávú, bizalomra épülő kapcsolat miatt többletérték keletkezik a megrendelő számára.

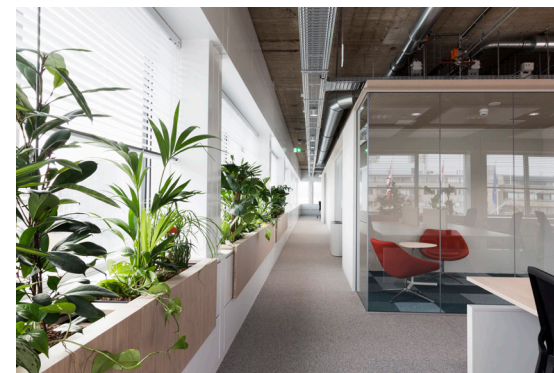
71

72



57. ábra:
minusplus, a
Prezi iroda

A budapesti minusplus építésziroda hosszú távú együttműködése a Prezi cég irodáinak tervezésénél és újratervelésénél jól működő példája ennek az együttműködésnek. Az együttműködést az egymástól való tanulás jellemzi, a tervezés „trial and error”, azaz próba és hiba alapon működik, az épületben és a belső terekben a tervezők és a cég munkatársai folyamatos felülvizsgálatot tartanak és lépésről lépésre jutnak el a legjobban működő megoldáshoz (Schreck, 2017).



58. ábra: DOOR
architecten,
az eindhoveni
városháza
irodája

Az eindhoveni önkormányzat egy rendkívül előremutató tenderben partnert keresett 10 évre irodaépületeinek fenntarthatóbbá tételére, ezt a pályázatot a DOOR architecten és RUPA építésziroda, egy gépészeti és építészeti kivitelezővel, egy épületfizikai tanácsadóval és egy menedzsment irodával közösen nyerte meg. A terv különlegessége, hogy nem csak pénzügyi keretet tűztek ki célul a projekthez, hanem 10 fenntarthatósággal kapcsolatos területen vártak el maguktól eredményeket: többek között a vízfogyasztás, az energiahatékonyság, a

biodiverzitás és - különös odafigyelés mellett - a felhasználói elégedettség (azaz önkormányzat munkatársainak elégedettsége) területén kell javulást elérni. Mindezt az önkormányzat partnereként (nem megbízottként), ahol közös felelősséget vállalt az összes cég a projekt sikeréért. Ha minden területen sikerül elérni a kitűzött célokat akkor sikerdíj is járt a projektért, ha fenntarthatóbbá tételt kevesebb pénzből sikerült elérni akkor több büdzsé marad további fejlesztésekre, ami újabb biztos munkát jelent a tervezők számára is.

A 10 éves együttműködés alatt a teljes alkalmazotti állomány munkakultúra változásának segítése is feladat, az épületek berendezése is folyamatosan alakul. Mivel az építész a saját maga által áttervezett épületet tervezi tovább, első kézből szerez tudást arról, hogy mely megoldások voltak sikeresek, és melyek további finomhangolására van szükség (DOOR, 2015).

Ha az építések más projektekben is hosszú távon jelen lehetnének, és tanulhatnának abból, hogy a használók vagy lakók, hogyan használják a tereket, akkor értékes tudásra tehetnének szert. Azt gondolom, hogy ilyen hosszútávú együttműködésre kellene törekednie az építéseknek a megbízóikkal, lehetőleg nem megbízó-megbízott szerepekben, hanem partnerként, közös felelősséget viselve a döntésekért.

A megújuló építészetben a nyitott végű tervezést aktívan kell használni annak érdekében, hogy a tervezett épületek képesek legyenek lekövetni a felhasználói igények változásait és be tudják fogadni az elérhető anyagokat. Tervezőként nyitottnak kell lennünk a változásra, fel kell hívunk a többi szereplő figyelmét ennek fontosságára, mert ezzel is hozzájárulunk a kevesebb fogyasztáshoz, az **elégesség** eléréséhez.

73

A mestermunkám alapkonceptiója, hogy sosem készül el teljesen: egyrészt felfelé tovább bővíthető vagy akár csökkenthető, másrészt a benne dolgozó emberek és növények által tovább fog változni mígnem feleslegessé válik és nyom nélkül elbontható, az anyagok jelentős része pedig máshol újrafelhasználható. A meglévő épületek homlokzat megnyitásainál elfogadtuk a tökéletlenséget, ezzel is bemutatva az átalakításokat. Az újrahasznált földszinti padlóburkolaton pedig látszanak a korábbi használat jelei, de ezek extra karaktert kölcsönöznek az anyagnak.

Az épület fogyasztását és használatát folyamatosan figyelemmel követi az üzemeltető, így még jobban szabályozhatóvá és takarékosabbá válik a gépészeti rendszer, a cégnél dolgozó gépészeti tervezők pedig a saját épületükön keresztül jutnak értékes tapasztalatokhoz.

Az épület jövőbeni használatát évenkénti látogatás során fogjuk vizsgálni, a felhasználókkal közösen értékeljük majd a tervezési döntéseket, és ha kell felülvizsgáljuk azokat és kisebb átalakításokat javasolunk.



59. ábra: új falnyílások a meglévő épületekben

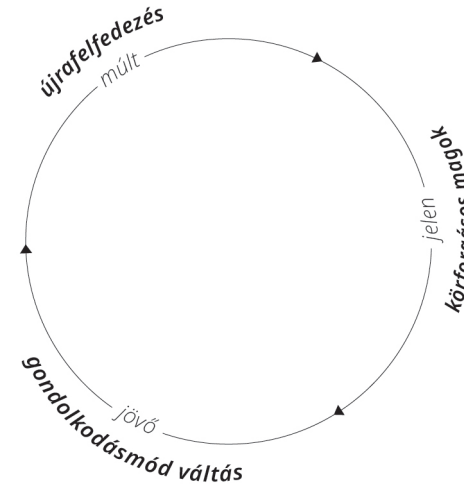
60. ábra: az újrahasznált téglá és beton burkolatok



5. Megújuló építészet felé

A körforgásos építés az egyetlen helyes építési mód egy építész számára (Hammink et al., 2021, p.8).

Nap mint nap szembesülünk a természetes környezetünk pusztulásával és a klímaváltozás hatásaival, ideje lépünk és változtatnunk a jelenlegi megoldásainkon.



5.1 Újrafelfedezés és természetesség

Az anyagok és épületek visszaforgatása mindig is jelen volt valamilyen formában az építészetben, de az iparosítás, a tömeggyártás és a szabályozási környezet átmenetileg megnehezítette ezeket (Bekkering et al., 2021). Fedezzük fel újra a régi praktikákat, a hagyományos építőipari technológiákat, a természetes anyagokkal való bánásmódot, az újrahasználatot és a kreatív takarékoságot.

76 61. ábra:
újrafelfedezés,
körforrásos
szigetek és
gondolkodás-
mód váltás, saját
ábra

Ugyanígy fogalmazzuk újra a természethez való viszonyunkat. Tanuljunk a természettől és erősítsük minden áron annak rendszereit, mert ezen múlnak a földi életkörülményeink fennmaradása. Az épített környezet része a közvetlen közelében található természetes ökoszisztémának, ennek körforgásait erősítve tudjuk megújulóvá tenni.

Ötödik tézis

A megújuló építészet

- a múltba tekintés által az újrafelfedezésre törekszik,
- a jelenben akar változást elérni a körforrásos magok elültetésével és az aktív tapasztalatszerzés és -megosztás által,
- a jövőbe tekint és gondolkodásmódbeli váltást sürget.

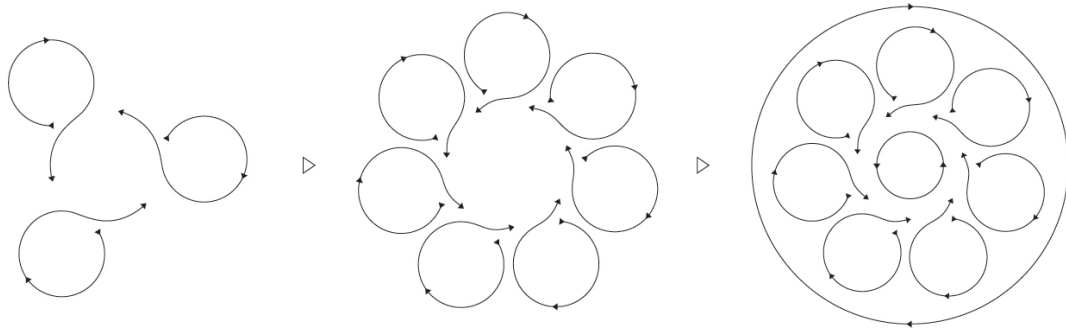
A megújuló építészet nem stílus, hanem magatartás és hozzáállás, eredménye egy élő, folyamatosan változó építészet, egy örök kísérlet.

5.2 Körforrásos magok elvetése

A Rotor kollektíva „fenntartható zsebek”-nek (Pockets of sustainability) (Grima, 2013) nevezi azokat a projekteket, melyek a saját kereteiken belül igyekeznek a fenntarthatóságra, vagy körforrásos megoldásokra törekedni, ez azonban nem elég. A cél az kell legyen, hogy minél több (fenntartható zseb helyett) körforrásos mag kerüljön elvetésre különböző projekteken. Minél több kis körforrásos magot vetünk el, annál egyszerűbb lesz ezeket összekapcsolni, úgy, hogy végső soron az egész bolygót lefedjék, beindítva a helyi körforgásokat (62. ábra).

A körforrásos mag metaforája alkalmazható egy projekt keretein belül is: már az is fontos lépés, ha egy projekten belül csak egy-egy megújuló építészeti elem meg tud jelenni. Egy újrahasznált ajtó, vagy egy megújuló anyag, mely kivált egy kevésbé fenntartható anyagot már egy

jó irányba tett lépés. Nem lehet egyszerre minden területen változást elérni, kezdjük apró lépésekkel a változást.



2021-ben készítettem több interjút holland építészekkel, akik a körforgásos építészet területén tevékenykednek. Az interjúban a saját motivációjukra és tervezési segédeszközöikre voltam kíváncsi. A válaszokban egytől egyig kitértek arra, hogy a megrendelők és tervezési partnerek tájékoztatása és a körforgásos tudás átadása rendkívül fontos. Habár mai világban szinte minden ember hallott már a körforgásos elvekről, a fenntarthatóság célkitűzéseiről, de az erről felhalmozott egyéni tudás szintje nagyon különböző. A projektek elején egy nagyon fontos kezdő lépés kell legyen, hogy a projektben résztvevőket ugyanarra a tudásszintre hozzuk. A megrendelőt abban kell segíteni, hogy milyen fenntarthatósági célkitűzések lehetnek reálisak, milyen stratégiák közül választhatunk, melyek illenek a projekthez. A tervezési partnereket pedig közös kihívások elérésére kell csábítani a kitűzött célok érdekében.

A DOOR architecten iroda tervezői, 2018-ban, mikor a saját irodaépületükhöz kerestek használt, kibontott homlokzati nyílászárókat, értetlenséggel szembesültek a kivitelezők és forgalmazók részéről. Csupán 1-2 év elteltével azonban több közülük már foglalkozik használt nyílászárók kereskedelmével is, sőt egyikük már begyűjti a műanyag nyílászárókat és azokat újrahasznosítva gyárt új műanyag nyílászárókat. Hívjuk fel az építőanyaggyártók figyelmét is a körforgásossági elvekben rejlő fenntarthatósági és gazdasági lehetőségekre, mert az ő szerepük óriási abban, hogy az építőipar elinduljon egy fenntarthatóbb irányba.

A legfontosabb, hogy aktívan kezdjünk el kísérletezni a körforgások megvalósításával, az anyagok visszaforgatásával és az újrahasznosíthatósággal, valamint a hosszútávú használhatóságra törekvésekkel. Az információ átadása, a tapasztalatok megosztása

62. ábra: a körforgásos magok összekapcsolódása, saját ábra

77

78

alapvetővé válik ahhoz, hogy ne mindnyájan párhuzamosan kövessük el ugyanazokat a hibákat a kísérletezés során, hanem egymás hibáiból tanulva és tudásunkat összekapcsolva tudjunk elmozdulni egy fenntarthatóbb építőipar irányába.

5.3 Gondolkodásmód váltás

Meg kell változtatni a minket körülvevő tárgyakhoz így az épületekhez való viszonyunkat. A minket körülvevő világ olyan bonyolult lett, hogy absztrakttá vált a tárgyaink elkészítéséhez szükséges energia, anyag és munka. A tárgyak értékét pusztán az árukkal tudjuk kifejezni, pedig ez sokkal több annál (van Assche, 2019).

Minden anyag és befektetett energia érték, melyet meg kell őrizni. Másfajta kreativitás szükséges, mely a meglévő értékek felhasználására törekszik, legyen szó anyagról, térről vagy funkcióról. Emellett olyan tárgyakra és épületekre van szükségünk, melyeket szívesen és sokáig használunk. A fentiek teszik lehetővé a körforgások megvalósítását, melyben a fogyasztás elkerülése, a csökkentés és újragondolás válik a központi tervezési elvvé. A megújuló építészet és tervezés nem feltétlenül törekszik más megjelenésre, de a tárgyak használatában és időhöz való viszonyában eltérés mutatkozik.

A klímaváltozás hatásainak enyhítéséhez és visszafordításához gyökeres változások szükségesek az élet minden területén. Különösen a nyugati világban ez a fogyasztás nagymértékű korlátozásával és csökkentésével kell járjon. (Cohen, 2020) Minél hamarabb belátjuk ennek szükségességét és kezdünk el változtatni a jelen gyakorlaton, annál kevésbé lesz fájdalmas. Az építőiparnak, mint az egyik legnagyobb szén-dioxid és káros anyag kibocsátó, anyag- és energiafogyasztó iparágnak élen kell járnia az **elégesség**re való törekvésben.

Otto Scharmer így fogalmaz: Valójában mélyebb tudatváltásra van szükség azért, hogy elkezdjünk törődni és cselekedni, ne csak magunkért és más érdekelt felekért, hanem az egész ökoszisztéma érdekében, amelyben a gazdasági tevékenységek zajlanak (Scharmer, 2013).

Amennyiben az építészetet az állandó megújulás, a természetes körforgások részévé, a társadalmi körforgások támogatójává és anyagi körforgások elősegítőjévé tudjuk tenni nagy hatással lehet mind a társadalmi, mind a gazdasági változásokra.

5.4 Élő és mindig változó építészet

A megújuló építészet tudomásul veszi azt, hogy minden tervezés és építés csak egy közbenső állapotot rögzít egy építészeti mű életében. A változás, az átalakulás állandó. A használat, az anyag és a tér is változáson megy keresztül, hogy keretet tudjon biztosítani a folyamatosan változó élet számára. Jelenjen meg a tervezés folyamatában is ez a fajta nyitottság és alkalmazkodóképesség. Legyen a cél egyrészt a hosszútávú használat, másrészt az ennek látszólag ellentmondó változtathatóság, alkalmazkodóképesség.

A megújuló építészetben az idő fontos szerepet játszik, a teljes életciklus vizsgálata, az előre és hátra tekintés is jelen van. Kifejezési formája, megjelenése magában hordozza a változást, de nem kötődik stílushoz, mert egy tervezői és használói magatartásból ered. Elismeri, hogy a tervező szerepe háttérbe szorul, annak érdekében, hogy a (jelen és jövőbeli) használó szabadsága nagyobb teret kaphasson.

Zárásként a második fejezetben elején használt idézetet szeretném újra felidézni:

“A legjobb időpont egy fa elültetésére húsz évvel ezelőtt volt. A második legjobb időpont most van.” (kínai közmondás)

Lássuk be még ma a helyzetünk sürgősségét és ezt használjuk arra, hogy együttes erővel elinduljunk egy megújuló világ és építészet irányába. Minden változás apró lépésekkel indul, a lényeg a megfelelő irányba való elindulás.

Habár a megújuló építészet nem minden elvét sikerült megvalósítani az épületben, azt gondolom, hogy számtalan eredményt sikerült elérni. A projektben résztvevő szakági tervezők, a cég munkatársai, a kivitelező szemléletformálására mindenképpen hatással volt a tervezési és kivitelezési folyamat, ez pedig legalább olyan fontos hozadék, mint a megvalósult épület.

79

80

63. ábra: az új fa lépcső

64. ábra (következő oldalpár): dél-nyugati homlokzat





1. melléklet

Megújuló tervezési segédeszközök

A dolgozatomban ismertetett tervezési módszerek és segédeszközök kiegészítéseképpen az alábbiakban részletesebben leírok néhány segédeszközt. Az első három a tervezés során ad gyakorlati támpontokat, az utolsó pedig segít mérhetővé tenni a megújuló építészetet. A kettő kombinációjára van szükség ahhoz, hogy valóban holisztikus szemlélettel tudjunk tervezni.

M1.1 Alkalmazkodóképességre való tervezés

Hat típusú alkalmazkodóképességet határozhatunk meg, (Schmidt III & Austin 2016) az alábbiakban ezeket mutatom be részletesen példákkal szemlélítve:

Állítható (adjustable) – feladat/felhasználó váltás

Ez az alkalmazkodóképességi típus leginkább az épületek berendezési tárgyaira, elemeire vonatkozik. Gondoljunk állítható magasságú bútorokra, megváltoztatható világítási (természetes és mesterséges) körülményekre, változtatható szellőztetési

kapacitásra, flexibilis bútorokra, melyeket különbözőképpen lehet használni. Lényeges, mert

- az egyes használók a tereket a maguk igényeire tudják szabni,
- és a tereket többféle felhasználó is használhatja különböző időpontokban. Ezáltal teret tudunk megtakarítani, illetve a terek egy részét hatékonyabban tudjuk kihasználni.

Különösen jellemző oktatási és irodaépületekre, de otthonainkban is fontos szerepe lehet. Az átlagos lakásméret világszerte csökkenőben van, kevesebb teret használunk, ha ezeket állíthatóra tervezzük, akkor többféleképpen tudjuk használni azokat.

Az állíthatóság szép példája a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Központi épületében található K210-es terem berendezése. A Szentirmai Tamás és Vági János által tervezett bútor magába foglalja a terem gardróbját, teakonyháját és széktárolóját. A bútor ajtaját kinyitva a terem többféleképpen válik használhatóvá (Pontlabor, 2010).



65. ábra: pontlabor, a K210-es terem

Sokoldalú (versatile) – a terek belső megváltoztatása

A sokoldalúság a terek belső berendezésének megváltoztatására utal. Erre azért lehet szükség, mert rövid távon változik egy térben zajló tevékenység, a szervezeti felépítés, vagy maguk a felhasználók és azok száma is. Ezzel elkerülhetők költséges átalakítások, mert ezekben a terekben a tervezők úgy oldották meg a tartószerkezetet, a tér formáját, alaprajzi elrendezését, a berendezést, a világítást, gépészeti rendszereket, belső téri elválasztást, hogy azok képesek ezeket a változásokat lekövetni. Ebben az esetben nem csak a belső terek, de a tartószerkezetek tervezése során is szükség van a sokoldalúság kritériumát figyelembe vevő tervezésre.

A sokoldalú használatra hozott példa saját munka, melyet a kollegáimmal terveztünk egy kivitelező cég számára. Egy használaton kívüli könnyűszerkezetes, egyterű üzlethelyiségből kellett ideiglenes irodát kialakítani a cég kreatív munkatársai számára. A hosszútávú, sokoldalú használhatóság érdekében a térben csak kevés elem fix, a belső tér könnyedén átrendezhető a változó igényeknek megfelelően. A központi „főtér” pozíciója nem változtatható, de a berendezése

igen. A körülötte található „házak”, azaz tárgyalók is áthelyezhetők, a köztes terek átrendezhetők. A külső gyűrűben található irodaterekben a bútorozás akár napi szinten is átrendezhető, mert az elektromos vezetékek mind változtathatóak, ahogy az álmennyezeti szigetek is (DOOR architecten, 2020).



66. ábra: DOOR architecten, átrendezhető irodater, Rosmalen

Egyértelműen látszik, hogy ezekkel a tervezési alapelvekkel tereket lehet megspórolni. Ha visszagondolunk a 10R körforgásra, akkor az első háromnál járunk: megtagadni – csökkenteni – újra gondolni, ezek a legtakarékosabbak, ezek kapcsolódnak az elégségességhez.

Újraszerelhető (refitable) – teljesítményváltás

Az újra szerelhető alkalmazkodóképesség azt jelenti, hogy egy épület homlokzata, gépészeti rendszere vagy belső terei tudnak alkalmazkodni a változó igények következményeképpen. Ezek az igények lehetnek a változó tulajdonosok igényei, de lehetnek szabályozásbeli változások (például a homlokzatok épületfizikai tulajdonságaival kapcsolatos elvárások változása), vagy komfortigénybeli változások (például az épületgépészeti rendszerek által biztosított beltéri komforttal szemben támasztott elvárások változása.)

A legegyszerűbb példa egy olyan homlokzati rendszer, mely oly módon van felépítve, hogy kicserélhető elemekből áll, vagy olyan módon van az épülethez rögzítve, hogy teljes egészében leszerelhető és kicserélhető anélkül, hogy a többi épületréteget módosítani kelljen. Vagy példa lehet egy gépészeti rendszer, mely bővíthető, a főbb gépeket kicserélve magasabb komfortot is tud biztosítani egy épületben anélkül, hogy a teljes rendszert le kelljen cserélni. Az épületelemek élettartama és egymáshoz való rögzítése kulcsfontosságú.

A változó környezeti körülményekkel és az épületekkel szemben támasztott követelmények gyors változásával ennek kiemelt figyelmet kell kapnia. Egy irodaház sokkal tovább lenne gazdaságosan üzemeltethető, ha homlokzatait és gépészeti rendszerét időnként fel lehetne javítani anélkül, hogy egy teljes felújításra lenne szükség. Kevesebb energia és anyagbefektetéssel lehetne elérni egy felújítást, a kiszertelt anyagok új életet kaphatnának más épületekben, mely a tulajdonosnak, vagy építtetőnek is hasznára válna.

Több kísérlet is zajlik arra, hogy egy épület tulajdonosa nem tulajdonolja az épülete homlokzatát, hanem csak bérbe veszi azt egy gyártótól. A gyártó felelőssége, hogy karbantartsa és időről időre felújítsa, hogy az mindig megfeleljen az adott épületfizikai követelményeknek. A gyártó ezáltal érdekeltté válik abban, hogy a homlokzat elemei könnyen szerelhetőek és tartósak legyenek. Az épület élettartamának végén a teljes homlokzat visszakérül a gyártóhoz, aki

gondoskodik az alkotóelemek megfelelő újrahasználatairól (Circle Economy, 2020).

Átalakítható (convertible) – használat megváltozása

Az átalakíthatóság arra utal, hogy egy épületnek megváltozik a tulajdonosa, változnak a piaci körülmények vagy a használók és ennek következtében az épület funkcióváltáson esik át. Az átalakíthatóság egyszerűbb, ha a régi és új funkció tipológiailag ugyanolyan tartószerkezetet igényel (kis fesztáv vagy nagy fesztáv, falas vagy oszlopos tartószerkezet).

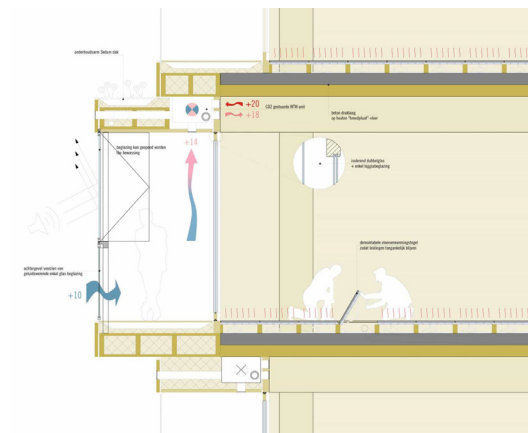
Az átalakíthatóság elsősorban függ a tartószerkezet terhelhetőségétől, a tartószerkezeti fesztávolságoktól, a függőleges közlekedési magok és aknák pozíciójától, a függőleges tartószerkezet akusztikai tulajdonságaitól, szintmagasságoktól és a traktusmélységektől. Egy épület első tervezésekor dől tehát el, hogy a jövőben, bármilyen előre látható és nem látható változások következtében lezajló funkcióváltásnak mennyire egyszerű megfeleltetni egy épületet. Egy épület esetében a legnagyobb befektetett energia és anyag általában az alapozásban és a felmenő tartószerkezeti elemekben található, ha ezek tervezésénél figyelembe vesszük, hogy a hosszútávú változás általában elkerülhetetlen, akkor nagyban megkönnyíthető az átalakíthatóság.

A használati igények változásánál többet van szükség, mely alkalmassá tesz egy épületet arra, hogy lekövesse a belső változásokat. Ugyanerre a többet van szükség az átalakíthatóságnál is.

Szép példa az amszterdami Patch22 társasház a holland Frantzen et al építésziroda munkája. Az épület egy volt ipari területen épült fel, mely átalakulóban van lakónegyedévé. A fejlesztő építész biztos volt abban, hogy a későbbiekben változni fognak a környékbeli piaci igények, így az épületet más funkcióra is alkalmassá akarta tenni. A társasház fa és beton vegyes tartószerkezettel készült, a fa pillérek biztosítják a belső átalakíthatóságot, az előírt minimálisnál 10%-kal magasabb szintmagasság lehetővé teszi, hogy irodafunkciót is ki lehessen alakítani a későbbiekben. A függőleges közlekedési és gépészeti aknák az épület belsejében találhatók. A lépcsőház beton merevítő magjának falaiban több nyílást alakítottak ki, mint ahány lakás van, így a szintek több lakásra vagy a jövőben irodára is oszthatók szerkezeti bontás nélkül (Hannema, 2016).



67. ábra: Frantzen et al., a Patch22 lakóház, Amsterdam



68. ábra: Frantzen et al., a Patch22 lakóház egyik szintjének keresztmetszete

A covid járvány következtében megváltozott az is, hogy hogyan dolgozunk. A munkára és az életre szánt terek egyre inkább összemosódnak, ami nem feltétlenül van jó hatással életünkre. Ha ezek a terek egymás mellett, de egymástól függetlenül is tudnak működni, napközben és este/hétvégén megváltoztatva elsődleges funkciójukat, akkor jobb lenne a térkihasználás, de a munka és privát élet is jobban elkülönülne.

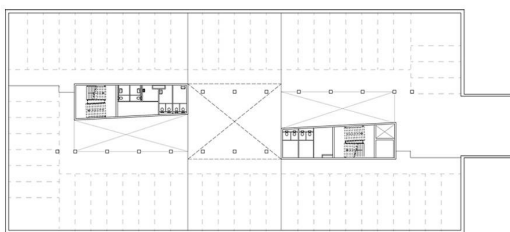
Erre gondoltak a tervezők abban a kombinált lakó és irodaépületben, melyben a lakásokhoz kis független irodák kapcsolódnak. Ezeknek külön bejárata és vizesblokkja van, de könnyen a lakáshoz is csatlakozhatók, így átalakíthatóságuk és alkalmazkodóképességük több funkció kiszolgálására teszi őket alkalmassá.

Az átalakíthatósághoz sorolhatóak azok a belső berendezésbeli alkalmazkodásra képes megoldások, melyek nagyban megkönnyítik a használat megváltoztatását, anélkül, hogy a funkció változnak. Példaképp említhetők áthelyezhető válaszfalak, vagy szerelt álpadlók, álmennyezeti rendszerek. A fentebb említett lakóépület például egy olyan álpadlóval rendelkezik, mely lehetővé teszi a lakás átrendezését. Mivel bontás nélkül ki lehet nyitni az álpadlót, ezért belső átalakítás egyszerűbben végrehajtható. A konyha, vagy fürdőszoba áthelyezéséhez, válaszfalak áthelyezéséhez és újra kábelezéséhez nem kell költséges és anyagigényes gépészeti átalakításokat végrehajtani.

Több olyan megoldás is található már a piacon, mely ezt a fajta flexibilitást segíti, például áthelyezhető, moduláris

válaszfalak formájában, melyek szárazon szerelhetők. Ezek nagyban hasonlítanak egy gipszkaron válaszfalhoz, de annál tartósabb anyagokból készülnek, így az átszerelhetőség biztosított. Az irodai környezetben régóta elterjedt bandraszteres álmennyezet is azzal a szándékkal került megtervezésre, hogy a mennyezet tetszőleges rasztere alá lehessen válaszfalakat illeszteni, a mennyezetbe integrált világítás pedig általános világítást biztosít a tereknek mérettől függetlenül. Az utóbbi években elterjedt látszó gépészeti szerelés is megkönnyíti az átalakíthatóságot.

Az eindhoveni főiskolai épület esetében, melynél a tervezés pillanatában még nem volt meg a teljes program és átalakulóban volt az oktatási koncepció is, egy 2,4 méteres raszterben flexibilisen felosztható belső teret terveztek. Az átriumok és felülvilágítók további alaprajzi alkalmazkodóképességet tesznek lehetővé (DP6, 2021).



69. ábra: DP6, főiskolai épület alaprajza

További átalakíthatósági példák gyűjteményeként ajánlom a holland ANA architects által kiadott, Learning from Multifunk című könyvét (Vinke & van der Lubbe, 2013).

Méretezhető (scalable) – méretváltoztatás

A méretezhetőség egy épület azon tulajdonságára vonatkozik, hogy növelni vagy csökkenteni tudja alapterületét

függőleges vagy vízszintes irányban. Egy vállalkozás székházának esetében például hasznos lehet, ha az épület le tudja követni a piaci változások következtében lezajló változásokat. Egy család életében is olyan változások zajlanak le, melyeket megkönnyítene egy méretezhető épület vagy épületrész. A kezdetben két fős háztartás kibővül a gyerekekkel, majd újra lecsökken miután azok kiköltöznek. Ezeket a változásokat költözéssel tudjuk csak lekövetni, egy méretezhető épület esetében erre nem lenne szükség.

A méretezhetőség függ a bővítés irányától:

- Függőleges bővítés esetén függ az alapozás és a tartószerkezet további terhelhetőségtől, a tetőszerkezettől, a függőleges közlekedési magoktól, a szabályozási határértékektől
- Vízszintes bővítés esetén függ a telek beépíthetőségétől, a közlekedési magoktól, a tartószerkezet bővíthetőségétől, a homlokzati szerkezetektől

Az egyszerű épületformák is megkönnyebbítik a bővíthetőséget. A bővítés elképzelhető az épületkontúron belül is, például amikor egy udvar lefedésével extra használati területre lehet szert tenni, esetleg olyan belső többszintes üres terek tervezésével, melyet a későbbiekben födémekkel be lehet tölteni. Ebben az esetben megint csak egy olyan többletről van szó, mely eleinte térileg többlet, de később használati többletté alakítható.

A méretezhető épületekre tett érdekes kísérlet azok az Elemental építésziroda által Quinta Monroy településrészben 100 családnak

tervezett szociális épületek, melyek az építési területet korábban elfoglaló, illegálisan épített lakóházakat voltak hivatottak helyettesíteni. A méretezhetőség ebben az esetben azért volt fontos, mert az állam által biztosított támogatásból az épületeknek csak egy részét lehetett megépíteni, de ezt úgy tervezték meg, hogy az egyes lakások, vagy sorházak „nyitva” maradók, be nem épített földszinti vagy emeleti részeit egyszerű, házi kivitelezési eszközökkel be lehessen építeni, amint erre a család az építőanyagokat előteremtette.



70. ábra: Elemental, méretezhető lakóépület, Quinta Monroy

A kísérlet olyan szempontból sikeres volt, hogy előbb-utóbb minden lakó valóban beépítette az extra négyzetmétereket a maga igényeinek megfelelően. Ez az önerős építkezés hozzájárult ahhoz, hogy a lakók jobban magukénak tudják az épületeket és büszkeséggel tekintsenek azokra. Másik siker, hogy az új együttes felszámolta az addig illegális telepet és jobb minőségű lakhatást is biztosított az ottlakóknak. Az eredeti teleppel együtt azonban a szociális kapcsolatok is átalakultak és felbomlottak, amiben az sem segített, hogy egyes lakók a közös udvarok kárára még tovább bővítették lakásaikat, mivel az önkormányzat forrás híján nem ellenőrizte a saját bővítéseket. Az építők és

az önkormányzat nem gondoskodott arról, hogy a szociális kapcsolatok és a közösség újra megtalálja a helyét az új együttesben (Carrasco & O'Brien, 2021).

Mozgatható (movable) – helyváltoztatás

A mozgathatósági kritérium a legritkábban előforduló megoldás, de lehetnek olyan funkciók, melyek megkívánják ezt is. A változó piaci körülmények, vagy ideiglenes, szezonális funkciók esetében elképzelhető ez az igény is, például ideiglenes rendezvényeknél, de gyakrabban fordul elő épületek belsejében, ahol a változó elrendezés miatt használják ki a mozgathatóságot egy-egy áthelyezhető belső térrel.

A doktori iskola három hallgatója, Mihály Eszter, Pelle Zita és Kronavetter Péter által tervezett Napbácsi büfé szép példája az ilyen alkalmazkodóképességnek. A büfé csak szezonálisan üzemel a Római parton, az épület mozgathatósága miatt nem zavarja jelenlétével a természeti környezetet a téli hónapokban és emiatt nem is kell megfelelnie egy állandó épülettel szemben támasztott összes követelménynek (Kronavetter et al., 2014).



71. ábra: Mihály Eszter, Pelle Zita és Kronavetter Péter, a Napbácsi büfé

M1.2 Szétszedhetőségre tervezés

A szétszedhetőség fontosságáról a 3. fejezetben, az anyagok újrafelhasználhatósága kapcsán már írtam. Ez egy technikai feltétel, melynek még számtalan akadálya van, mivel az építőipar a tartós és visszafordíthatatlan kapcsolatokat részesíti előnyben. A belga hatóságok újrahasznosíthatósággal foglalkozó szervezete által kiadott segédletre támaszkodva az alább felsorolt feltételeket gyűjtöttem össze az épületekre nézve (Ovam, 2016). A feltételeknek nem kell egyszerre teljesülniük, de néhány feltétel hatással van a többi feltételre. Az alábbiakban rangsorolom is a feltételeket:

1. Fenntartható alapanyagú és tartós.

Az újrahasználat feltétele, hogy az anyag elég tartós legyen ahhoz, hogy több szállítást, beépítést kibírjon, ugyanakkor anyagainak tiszta, egészséges nyersanyagforrásból kell származnia (lásd 3.2 fejezet), hogy ne szennyezze a környezetét használat közben sem és többszörös használat után nyersanyagként is újrahasználható legyen. Negatív példa: a gipszkarton falak profiljai elvileg újrafelhasználhatóak, de a gyakorlatban gyakran a szétszerelés ésállítás után deformálódnak, mert túl vékonyak. (Ezután már csak az anyagukból lehet új nyersanyagot gyártani.) Ha kismértékben megnövelnék merevségüket, akkor könnyebben újrafelhasználhatóak lennének és több életciklus során használhatnánk őket.

2. Rétegezett

A Brand féle épületrétegeknél már megállapítottuk ezt a feltételt. Ha a vezetékek egy falszerkezeten belül futnak,

akkor átszerelésükhöz meg kell bontani a falat. Amennyiben a vezetékek egy előtét rétegben futnak, akkor csak az előtét falat kell kinyitni.

3. Visszafordítható kapcsolat

Egy akasztott falburkolati elem kapcsolódása a falhoz visszafordítható, mert a beépítést fordított sorrendben végrehajtva a burkolat sérülés nélkül visszanyerhető. Jó példa egy száraz, szemcsés aljzat vagy egy elemes födémrendszer, melyet nem betonoznak egymáshoz.

4. Egyszerű kapcsolat

Erre a legjobb példa a csavarozott kapcsolat, mely a szögezett kapcsolattal ellentétben szétszedhető, de jó példa egy mágneses kapcsolat, esetleg egy beakasztott kapcsolat. Fontos, hogy általánosan elterjedt szerszámokkal legyenek szerelhetőek.

5. Gyorsan szerelhető

Egy falburkolatot, melyet 100 csavar rögzít kisebb eséllyel fogják szétszerelni, mint ha csak 4 csavar tartaná. Ehhez még hozzájárul a hozzáférhetőség is. Egy kapcsolat, amihez alig lehet hozzáférni szintén nem segíti az újrahasználatot. Ez a feltétel azért is fontos, mert a kivitelezésre nehezedő időbeli és ezáltal a pénzügyi nyomás is csökken, mely fontos szempont a megújuló építészetben, hiszen ennek kivitelezése gyakran időigényesebb, mint egy hagyományos épületé.

6. Felcserélhető és moduláris

Amennyiben az egyes elemek felcserélhetőek és meghatározott méretűek, cseréjük, karbantartásuk, változtatásuk sokkal egyszerűbb. Gondoljunk csak a konyhai 60 cm-es

modulokra, az egyes elemek pozíciója a pult alatt felcserélhető, mert méreteik megegyeznek. A részletek tökéletessége a változás ellensége - írja Brand, arra utalva, hogy a magasszintű technikai megoldások karbantartása és javítása később nagyon megnehezül. Gondoljunk csak a ritka, később pótolhatatlan anyaghasználatra esetleg olyan részletmegoldásokra, melyeket később nem lehet reprodukálni (Brand, 1995).

7. Független.

Az egyes elemek függetlenek, ha egy elem kiszedhető más elemek kiszérése nélkül. Egy törött tetőcserép például cserélhető anélkül, hogy a teljes tetőt fel kellene bontani. A mellette levő cserepek eltolása elegendő ahhoz, hogy 1 elemet el lehessen távolítani.

8. Kezelhető méretű.

Azok az épületelemek, melyek könnyen szállíthatóak, ha akár egy ember is elbírná őket, sokkal nagyobb eséllyel kerülnek újrafelhasználásra, mint a nagy szerkezetek, melyek kinyeréséhez emelőkre van szükség, vagy melynek mozgatása nagyon nagy helyet igényel.

9. Előregyártott

A bonyolultabb épületszerkezetek előregyártása és helyszíni összeszerelése általában elősegíti a helyszíni szétszerelhetőséget. Ha az egész előregyártott elem visszaszállítható a gyárba és ott elemenként szétszedhető, akkor újrahasznosíthatósága is nagyobb lesz. A helyszínen nem szükséges speciális szaktudás az elem szétszereléséhez, mely szintén megkönnyíti az újrahasznosíthatóságot. Lásd feljebb: egyszerű kapcsolat és gyorsan szerelhető.

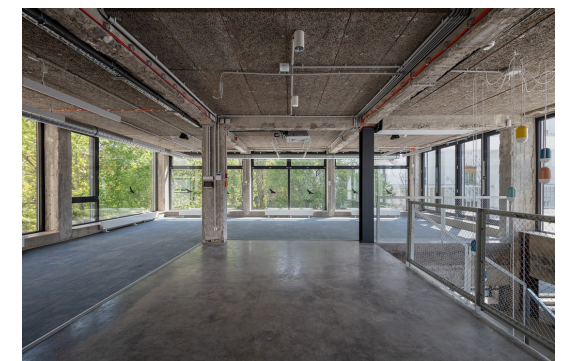
Ezek a feltételek nagy hatással lehetnek az épület vagy épületréteg megjelenésére. Ahogy máshol is említettem a dolgozatomban, azt gondolom, hogy a felelős tervezői magatartás megköveteli, hogy gondosan mérlegeljük az esztétikai döntésekben a fenntarthatóság, körforgásosság, megújíthatóság kritériumait.

M1.3 A 10R körforgás

Az alábbiakban a 3.2 fejezetben bemutatott 10R körforgásokat szeretném részletesebben bemutatni:

Refuse – Megtagadni

A megtagadás azt jelenti, hogy elkerüljük az új anyagok használatát és velük együtt új energia befektetését. Átgondoljuk a feladatot és arra a konklúzióra jutunk, hogy nem szükséges változtatás, nincs szükség beavatkozásra vagy ha lemondunk egy falburkolatról, vagy álmennyezetről, akkor azzal teljes egészében megtakarítjuk az anyagát. Esetleg megtartjuk az esztétikailag elavult, de használatában még funkcionális berendezési tárgyat, anyagot.



72. ábra: Bánáti-Hartvig építésziroda, saját iroda

A Bánáti Hartvig építésziroda tudatosan törekedett arra, hogy az új irodaépületük

felújításánál elkerüljék a nem feltétlenül szükséges burkolatok használatát. A szerkezeti elemek, a téglafalak, a vezetékek mind szem előtt maradtak, ezzel rengeteg anyagot takarítottak meg (Bánáti Hartvig építésziroda, 2020).

Reduce – Csökkenteni

A csökkentés arra utal, hogy egy tervezési feladat megoldásához kevesebb anyagot használunk. Az amszterdami ideiglenes bíróság épületének homlokzatburkolata textiltől készült, ennek vastagsága sokkal kisebb, mint egy merev homlokzatburkolaté, amit eredetileg használni akartak. A textil keretekre feszítve azonos megjelenést kölcsönzött az épületnek, mint egy táblás burkolat, de kevesebb anyag felhasználásával.

Renew/rethink – Újragondolni

Egy tervezett anyag újratervezését jelenti a körforgásosság elveinek megfelelően. Ez alapvető fontosságú, minden minket körülvevő tárgyat előbb utóbb újra kell terveznünk a körforgásosság elveinek megfelelően.

Re-use – Újrahasználni

Egy anyag egy az egyben történő újrahasználatát jelenti, ez nagyon sokféle lehet. A szempont itt is annak a minőségnek és tartósságnak a megtalálása, mely lehetővé teszi, hogy máshol is használható legyen.

Jó példa lehet a panel épületek bontásánál felszabaduló épületelemek újrahasználatára, melyre egy a németországi Cottbusban található lakóteleprehabilitáció szolgált példát: A környék 10-11 emeletes épületeinek visszabontott elemeit használták újra háromszintes alacsony-intenzív beépítésű társasházak építésénél. A

példa jól tükrözi azt a gondolkodásmódot, hogy odafigyeléssel és több szellemi energiával takarékos megoldások születnek: az építők ahelyett, hogy hulladéklerakóba vitték volna a panelelemeket, melyek elkészítése eredetileg nagy energia és anyagbefektetést igényelt, az eredeti építéstechnológiát kihasználva új épületeket emeltek. Megspóroltak új építőanyagot, előállítási és szállítási energiát, valamint elkerülték a hulladékképződést (Weiskopf, 2015).

Ugyanide sorolható például az az elterjedőben lévő gyakorlat is, hogy régi épületek elbontásából származó, ma már nem gyártott építőanyagok (pl. téglák, burkolólapok) újra beépítésre kerülnek. Az eredetileg nagy odafigyeléssel és igényességgel előállított építőelemek, ilyen formában további évtizedekig tudnak 91 szolgálni.

Az újrahasználat jelenthet olyan anyagok vagy elemek beépítését is, melyek nem építőanyagok voltak eredetileg, erre példa a Rural Studio által tervezett épület, melyen a tetőt leselejtezett szélvédők alkotják. Az épület közösségi kezdeményezésre épült, buszváró, kápolna és gyűlésterem funkcióját tölti be, de kóruspróbák helyszíne és nyári gyerektáborok idején az ételek elosztására is használják. Az épület vert földfalakon áll, erre került a fa tetőszerkezet, melynek északi oldalát gépkocsi szélvédők fedik. A helyszínen kísérletezték ki a rögzítési módokat és falépítési technikákat, majd ezután építették meg a hallgatók az épületet. Az épület egyszerűsége jól harmonizál a faluszéli világgal, és az alapító Sam Mockbee szavait idézi, melyek szerint mindenki megérdemli, hogy szép épületek között éljen.

A Rural studio jelentőségét abban látom,

hogy világszerte híressé váltak szociális építési stúdiójukkal, mely ugyanakkor izgalmas anyagfelhasználási kísérletekkel is párosult. Egyértelműen látszik, hogy ez a lassú, odafigyelő tervezési folyamat, mely a helyszínen való jelenléttel párosult, vezetett a különleges épületek megalkotásához (Rural Studio, 2000).



73. ábra: Rural Studio, üvegkápolna

Repair – Megjavítani

Egy épületelem vagy anyag megjavítása nagyban növeli az élettartamát, anélkül, hogy változtatnánk a beépítés módján. A javítás az anyagok újrafelhasználásával kapcsolatban merül fel, de mint tervezési szempont legalább olyan fontos, ebben az esetben javíthatóságról beszélünk.

A jó tervezés következtében a javításokat egyszerű végrehajtani, nem kell átalakításokat végezni azért, hogy újra használatba lehessen venni az adott épületelemet. Igény lehet, hogy a karbantartásokat akár a felhasználó is el tudja végezni, nem kell szaktudás

ahhoz, hogy végrehajtható legyen. (Sok minden változott a hagyományos meszelt házak óta, de tény, hogy annak évenkénti újrameszeléséhez nem kellett különleges szaktudás, a szükséges ismeretek továbböröklődtek.)

Refurbish – Felújítani

A felújítás egy fokkal anyag- és energiaintenzívebb mint a javítás, egy épületszerkezet felújíthatósága határozza meg az élettartamát. Egy laminált padló nem felújítható, szemben egy tömör fa padlóval, mely újra csiszolható és lakkozható. A beépítés pillanatában talán olcsóbb, de ha hosszútávra, megújuló módon tervezünk akkor az is számít mennyi ideig szeretnénk használni az adott burkolatot.

Remanufacture – Átalakítani

Az újragyártás azt jelenti, hogy a "terméket" elemeire bontva, azokat karbantartva vagy cserélve újra össze lehet rakni, újra használhatóvá válik. Ez a megújulási ciklus azt feltételezi, hogy az elemek megújulásra lettek tervezve, máshol is megállják a helyüket, másodjára, harmadjára is használhatók. Ez az építészetben egy épületelem újrafelhasználását jelenti, például egy faablak kibontását, átalakítását, újrabeépítését.

Repurpose – Új funkciót adni

Még nagyobb beavatkozást igényel, amikor egy anyagnak vagy épületelemnek új funkciót adunk. Jó példa erre az amszterdami Circl pavilon fa padlója, mely kibontott fagerendákból készült. Munka és energiaigényes beavatkozás.

Recycle – Újrahasznosítani

A 3.2 fejezetben leírtak szerint

törekedjünk tiszta, újrahasznosított és újrahasznosítható anyagok használatára. Amennyiben egy építőelemet már nem tudunk másképp használni, akkor használjuk ki a benne található nyersanyagot.

Egyre több gyártónál fordul elő, hogy élettartamuk után visszaveszik a termékeiket. A holland Desso gyár már szinte kizárólag kibontott szőnyeget használ új szőnyegek alapanyagául, és műanyag ablakok is készülnek már nagyjából újrahasznosított műanyagból, melyet régi ablakkeretekből nyernek. Az alumínium esetében nem csak nyersanyagot, de energiát is meg lehet takarítani az újrahasznosítással: ha bauxitból kell előállítani új alumíniumot, úgy óriási energiára van szükség, míg az alumínium újrafelhasználásához annak töredéke szükséges, ráadásul nagyon kis anyagvesztéssel végezhető el ez a művelet.

Recover – Energiát visszanyerni

A 10 körforgás közül a legalacsonyabbrendű az energia visszanyerés, azaz az anyagok elégetése. Ha lehetetlen a fentebb felsorolt körforgásokat megvalósítani akkor legalább az anyagban rejlő energiát lehet így kinyerni belőle. A biológiai ciklus esetében ez a lebomlás során felszabaduló energiát jelenti, mely biomassza erőművekben történik.

Upcycling/Downcycling

Meg kell említeni ennél a felsorolásnál, hogy egyáltalán nem mindegy, hogy egy anyag alacsonyabb, azonos vagy magasabb minőségű elemként hasznosul. Egy bontásból származó vegyes törmelék útalapba való bezúzása alacsonyabb

minőséget jelent (downcycling), egy elbontott épületből származó betontörmeléből előállított beton azonos minőséget jelent (recycling), míg egy ipari felhasználásból beolvasztott acél új, mives lakatos épületelemmé válva magasabb minőséget jelent (upcycling). Érthető módon az utóbbi kettő a cél, mert ez biztosítja az anyagok felfelé való hasznosítását, a beléjük fektetett energia és alapanyag értékes felhasználását.

M1.4 Mérhetőség

Amikor megújuló épületeket tervezünk felmerül annak a szükségessége, hogy a megújíthatóságot, a körforgásosságot mérhetővé tegyük. A mérhetőség abban segít, hogy bizonyos elvárások számonkérhetővé váljanak. Hosszútávon az lenne a cél, hogy a szabályozási környezet részévé váljanak ezek a mérhetőségi kritériumok, annak érdekében, hogy a fenntarthatóság ezen szempontjai minden épületnél elvárhatóak legyenek.

Bevett és széles körben elterjedt mérhetőségi kritériumok még nincsenek, de az alábbiakban szeretnék bemutatni néhány olyan kritériumot, melyek elérhetőek és melyekben a körforgásosság szempontjai érvényesülnek.

A mérhetőségi kritériumok a tervezés során is alkalmazhatóak önellenőrzésként, illetve segíthetik a tervezőt abban, hogy a megbízóikat meggyőzzék bizonyos tervezői döntések előnyeiről.

M1.4.1 BCI – Building circularity index

A BCI egy az épület körforgásossági

potenciálját értékelő számítási módszer, mely az épületbe beépített anyagok és a szétbonthatóságuk alapján százalékos értékben fejezi ki a körforgásosságot. A 0%-os BCI egy teljes egészében lineáris épület értéke, míg a 100% egy teljes egészében körforgásos épület értéke.

A módszerben minden beépített anyag kap egy anyag körforgásossági indexet (material circularity index vagyis MCI), melyet az anyag eredete, a jövőbeli felhasználhatósága és az élettartama alapján érdemel ki. Nyilván minél magasabb az újrahasznált vagy természetes anyag aránya az eredet esetében, minél egyszerűbb és nagyobb eséllyel újrahasználható és minél hosszabb az élettartama annál jobb értéket kap az anyag.

A következő értékelési szint a termék körforgásossági index (product circularity index azaz PCI), mely az MCI mellett a szétbonthatóságot veszi figyelembe. Ezt 4 szempont alapján értékelik:

- Kapcsolat típusa
- A kapcsolat hozzáférhetősége
- Kapcsolatok függetlensége (csak 1 kapcsolatot kell megbontani ahhoz, hogy 1 elemet el lehessen távolítani)
- Kereszteződések

A termékekből felépülő (előregyártott) épületelemekben megtalálható anyagokat ez épületelemek körforgásossági indexében veszik figyelembe.

A végleges BCI tehát függ az épületben található anyagok, termékek és elemek körforgásossági indexétől, de az anyagok környezetre gyakorolt hatásától is, ez az ún. MKI. Az MKI a termék teljes környezeti

hatását mutatja a bölcsőtől a sírig különböző környezeti hatáskategóriák alapján. Azon anyagok, amelyeknek nagyobb a negatív környezeti hatása nagyobb részesedést kapnak a BCI pontszámában. A BCI számítási módszer is a Brand féle 6 épületréteg alapján csoportosítja az épületek anyagait (BCI Gebouw, 2022).

A BCI az első számítási módszer, mely számban kifejezve, egyszerre veszi figyelembe az épületek anyagait és szétbonthatóságukat. A módszer egyszerűen összehasonlíthatóvá tesz épületeket, de ez egyben a hátránya is. A szám önmagában nem fejezi ki, hogy az épület mely területeken ér el jó eredményeket, és mely területeken van még szükség előrelépésre. Az épületeket csak anyaghasználat alapján teszi összehasonlíthatóvá, a körforgásosság más szempontjai, mint a fogyasztás csökkentése, a közvetlen környezethez való kapcsolódás, az alkalmazkodóképesség nem jelennek meg, így csak más mérhetőségi módszerrel együtt alkalmazható.

M1.4.2 Breeam MAT 8 – épület alkalmazkodóképesség mérése

A BREEAM épületminősítési rendszer holland ága 2014 óta foglalkozik az épületek alkalmazkodóképességével is. Ehhez összeállítottak egy számítási módszert mely a következő kérdések alapján osztályozza az épületek alkalmazkodóképességét:

1. Az épület belsejében található pillérváz minimális fesztávolsága.
2. A belső válaszfalszerkezeteknek van-e tartó funkciója, gépészeti vezetékek

futnak-e benne, elbonthatók-e, bontás nélkül áthelyezhetők-e?	alapterületi zónájának aránya a teljes alapterülethez képest (azaz a természetes fénnnyel való ellátottság mértéke).	• Anyag • Energia • Víz • Szociális • Menedzsment	• „Árnyék költségek” (a holland építési engedély feltétele az épületbe betervezett anyagok árnyékköltségeinek euróban kifejezett évenkénti értéke osztva a bruttó m2 alapterülettel. Az árnyékköltségek az épületen belüli anyaghasználat hatásai elleni küzdelem társadalmi költségeit jelzik. Gondoljunk csak a nyersanyagok kimerülésére és a CO2-kibocsátásra az anyagok gyártási folyamatában.)
3. Az elektromos vezetékek mennyiben alkalmazkodóképesek: vannak-e 1 vagy 2 irányú fővezetékek, melyekre rá lehet csatlakozni?	12.A nettó belmagasság mérete.	Az elvárások közül szabadon választható, hogy egy adott projektben melyikre helyezik a hangsúlyt, de ahogy a tízpróbában is elvárás: minden területen meg kell felelni bizonyos minimum elvárásoknak. Jelenleg projektek auditálásával foglalkoznak annak érdekében, hogy megértsék, hogy mik azok az elvárások, melyek reálisan megvalósíthatók a jelenlegi gazdasági és technológiai körülmények között.	• Maximális árnyékköltség 0,xx € / m2 bruttó alapterület / év
4. A gépészeti rendszer kiosztása mennyiben követi a homlokzati és szerkezeti ritmust, mennyiben változtatható könnyedén nagy átalakítások nélkül?	13.A gépészeti vezetékek pozíciója és hozzáférhetőségük (bebetonozva a födémbe, az álmennyezetben de két szintet ellátva, az álmennyezetben egy szintet ellátva, álpadlóban).		• Anyagok eredete: A nem szűz (non-virgin) (újrafelhasználás vagy újrahasznosítás) vagy természetes anyagok aránya (kg-ban).
5. A belső funkciókat elválasztó falszerkezeteknek van-e tartó funkciója, gépészeti vezetékek futnak-e benne, elbonthatók-e, bontás nélkül áthelyezhetők-e?	A kérdések jó képet mutatnak arról, hogy a BREEAM rendszer szakemberei, mely kritériumokat tartják fontosnak egy épület jövőbeli alkalmazkodóképességéhez. A minősítési rendszer egy egyszerű táblázat kitöltésével elvégezhető és átfogó képet ad az épületben alkalmazott megoldásokról. A holland önkormányzatok ⁹⁵ által kiírt társasház pályázatoknál ez egyre gyakrabban előforduló követelmény (BREEAMNL 2019).	Az értékelés megkülönböztet háromféle projektípust: épületek, területfejlesztés és ⁹⁶ infrastruktúra. A szabványnak két szintje van:	• Minimum % • Anyagok jövőbeni értéke: A felhasznált anyagok (kg-ban) a funkcionális vagy technikai élettartam végén • Minimum x % kerül újrafelhasználásra • Minimum x % kerül újrahasznosításra • Maximum x % kerül hulladéklerakóba vagy elégetésre
6. A függőleges közlekedési mag elhelyezkedése az épületben: az épület egyik végében található, az épület középpontjában található, több mint 1 közlekedési mag van, több mint 2 közlekedési mag van.		• Az új normális – minden projekt számára elérhető célkitűzések • Az új normális kiváló (excellent) – ambiciózus projektek számára	
7. A homlokzat tartószerkezeti szerepet is betölt? Vannak-e más, a belső átalakíthatóságot befolyásoló tartószerkezetek?	M1.4.3 “Az új normális” - Het nieuwe normaal Az új normális nevű kezdeményezést a Cirkelstad nevű holland építőipari szövetség fejleszti. A szövetség célja, hogy összekösse a körforgásos építőipar szereplőit. Az új normális egy olyan szabvány kidolgozását jelenti 2023-ig, mely segítséget nyújt abban, hogy a holland építőipar elérje a holland kormány által kitűzött klímasemlegességi és körforgásos gazdasági célkitűzéseket 2050-ig.	Röviden szeretném felsorolni témánként a kritériumokat, mert érdekes képet adnak, hogy milyen típusú mérhetőségi kritériumokat érdemes támasztani a megújuló épületekkel kapcsolatban.	• Szétszerelhetőség (a szétszedhetőségi számítási módszer alapján számolva) • Minimum szétszedhetőségi index
8. Az épület alapterületének feloszthatósága kisebb egységekre.			• Alaprajzi elrendezésbeli alkalmazkodóképesség (BREEAM MAT08 módszerrel számolva) • Minimum %
9. Az épületben található-e több: vizesblokk, biztosítószelekrény, teakonyha?		Anyag	• Mérgező anyagok aránya • A használt anyagok x% teljesen mentes a mérgező anyagoktól a következő lista alapján: „Banned list of Chemical C2C Certified CM Product Standaard V3.0”
10.Az épület tartószerkezeti rendszerének maximális kapacitása.	Tulajdonképpen a ma elérhető mérhetőségi kritériumok segítségével fogalmaznak meg minimális elvárásokat 5 téma szerint:	• Építési és bontási hulladék kezelése (felszabaduló anyagok kg-ban) • Minimum x % amit újra kell használni (a 10R modell javítás körforgása vagy annál magasabb) • Minimum x % amit újrahasznosítani kell • Maximum x % ami hulladéklerakóba kerülhet vagy elégethető	• A hulladéktermeléssel való bánásmód a használati fázisban (csak területfejlesztési szinten)
11.Az épület ablakokat tartalmazó homlokzatától számított 7 méteres			

- Becsült hulladék mennyiség (kg/lakó/év)

Energia

- Energiaigény kivitelezés során
 - %-os csökkentés egy elméleti fogyasztási számításhoz képest
- Energiaigény
 - Fenntartható energiatermelés mennyisége

Víz

- Ivóvízfogyasztás csökkentése
 - %-os csökkentés egy elméleti fogyasztási szállításhoz képest
- Eső- és szürkevíz használat
 - %-os mennyiség

Szociális

- Munkahelyteremtés
 - Még nincs számítási módszer (Cirkelstad, 2021)

A fenti értékelési rendszert azért tartom részletes bemutatásra érdemesnek, mert átfogóan próbál kritériumokat támasztani az épületek számára. Holisztikusan közelíti meg az elvárásokat, nem tesz különbséget aközött, hogy melyik a fontosabb vagy kevésbé fontos, hanem a súlyozást a tervező/építtető/kivitelező csapatra bízta. Nyilvánvaló célja természetesen az, hogy ezek az elvárások a nemzeti építőipari szabályozásba is átkerüljenek annak érdekében, hogy minden épülettel szemben támasztott, általános követelményekké váljanak. Egy ehhez hasonló átfogó követelményrendszerre szerintem európai vagy akár nemzetközi szinten is szükség lenne, természetesen a helyi éghajlati, gazdasági és társadalmi környezethez igazítva azt.

Az egyetlen hiányzó elem ebből az értékelési rendszerből a természetet az épülettel ötvöző és biodiverzitást elősegítő kritérium. Ez fontos kritérium

kellene, hogy legyen annak érdekében, hogy a természet nagyobb teret kapjon az építészeti projekteken belül. Értékelési szempont lehetne a telken belül tervezett növényzet és annak minősége, kapcsolódása a helyi növényzethez. Külön kategóriát képezhetne a növényzet mely közvetlenül a földre kerül, mely a homlokzatokra kerül és mely a tetőfelületekre kerül. További értékelési szempont lehetne az épületen elhelyezett fészkelési lehetőségek madarak és denevérek számára és egyéb búvóhelyek rovarok számára.

M1.4.4 Szén-dioxid alapú tervezés

A párizsi éghajlatvédelmi egyezmény egy jogilag kötelező érvényű egyezmény, melyet az Egyesült Nemzetek Éghajlatváltozási keretegyezménye tagjai írtak alá, célja az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának mérséklése, a globális felmelegedéshez való alkalmazkodás. Az aláíró országok maguk határozzák meg a saját hozzájárulásukat.

A holland LEVS építésziroda a Carbon based design nevű kiadványukban olyan módszert mutatnak be, mellyel az építészek ki tudják számolni a tervezési folyamat során, hogy az egyes anyagokhoz és szerkezetekhez milyen szén-dioxid kibocsátás tartozik. Egy szén-dioxid kibocsátási keretet javasolnak meghatározni, mely felső korlátot állít az épületekben felhasznált anyagokhoz köthető kibocsátásnak.

A kiadvány öt tanulságot fogalmaz meg:

- Többet számít, ha az összes újonnan épülő épület csak egy kicsivel kevésbé szennyező anyagokból épül, mintha az újonnan épülő épületek

kis szeletét teljesen fenntarthatóvá tesszük.

- A természetes anyagok szén-dioxid csapdaként működnek, használatukat széleskörűen el kell terjesztetni, erre a megrendelőknek van legnagyobb hatása.
- A tervezést egy reális szén-dioxid kibocsátási keret felállításával kezdjük, ez lehetővé teszi, hogy a tervezésnél az épülethez illeszkedő döntések tudjanak születni.
- Az épület háromdimenziós BIM modelljét a 6S rétegek szerint, és anyaginformációval ellátva kell kialakítani már a tervezés kezdeti fázisaiban, annak érdekében, hogy a szén-dioxid alapú tervezést lehetővé tegyünk.
- A számításaikból az látszik, hogy a téglához, mint homlokzatburkolati anyaghoz, sok szén-dioxid kibocsátás kötődik, de az épület egészére vetítve nem okoz különösen nagy környezeti terhelést így használatát nem kell teljesen elvetni (LEVS architecten, 2023).

Véleményem szerint fontos, hogy az építőanyagokkal és a hozzájuk kötődő környezeti terheléssel számolva tervezzünk épületeket. Ehhez az ezt figyelembe vevő, hasonló tervezési módszereknek széleskörűen el kell terjedniük. A kiadványban leírt módszernek jelenleg az a korlátja, hogy nem minden anyagról érhető el megfelelő információ.

2. melléklet

A mestermunka stáblistája

Kuijpers irodaház bővítése, s'-Hertogenbosch, 2019-2023

Megrendelő

Wim Kuypers / Kuijpers

Építész tervező

DOOR architecten

Saskia Oranje, Karin Dorrepaal, Török Bence

Építész munkatárs

Gurbe van Belle, Annemarijn Haarink,

Simone Schade, Liesbeth Faber, Deniz Atakan

Projekt menedzsment

Vb&t – Sander Scheepers, Martijn Kusters

Tartószerkezeti tervező

Van Rossum – Jan Willem Hoekstra

Épületgépészeti és épületvillamossági tervező

Kuijpers – Erik van de Kant

Épületfizikai tanácsadás

Cauberg Huygen – Adonia Diakoumis

Fenntarthatósági tanácsadás és árkalkuláció

Alba Concepts – Sven Bögels

Egészség és jóléti tanácsadás

Dynamic Spaces – Aniel Ramjanam

Geotechnika

Inpijn-Blokpoel – Sjoerd Bouwmans

Kivitelező

Peter Peters

Kuijpers Bouw

99

74. ábra: az előcsarnok újrahasznált téglaburkolata folytatódik az épület külső tereiben is



3. melléklet

Bibliográfia

Bevezető

Brand, Stewart. (1995). How buildings learn, What happens after they are built [Hogyan tanulnak az épületek? Mi történik velük miután megépültek?]. Penguin Books.

0. Melléklet avagy fogalomtár

Alexander, Samuel. (2012). The Sufficiency Economy, Envisioning a Prosperous Way Down [Az elégséges gazdaság, A lefelé vezető sikeres út elképzelése]. Simplicity Institute Report 12s, 2012, Simplicity Institute.

Bekkering, J. D., Nan, C., & Schröder, T. W. A. (2021). Circularity and Biobased Materials in Architecture and Design [Körforgásosság és természetes anyagok az építészetben és design-ban]. https://downloads.ctfassets.net/h0msiysd6poj/4cUyquZDX8Zx6WlmxEgw94/b32f801bbb-24050527d10a00108617b9/CIRCULAR_Report.pdf 2022.06.05.

Bocken, Nancy M.P. & Short, S.W. (2021) Unsustainable business models – Recognising and resolving institutionalised social and environmental harm [Fenntarthatatlan üzleti modellek - Intézményesült társadalmi és környezeti ártalmak felismerése és feloldása]. Journal of Cleaner Production, 127828. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127828>

Bocken, Nancy M. P., Niessen, Laura & Short, Samuel W. (2022). The Sufficiency-Based Circular Economy—An Analysis of 150 Companies [Az elégségesen alapuló körforgásos gazdaság – 150 vállalkozás elemzése]. Front. Sustain., 03 May 2022. Sec. Circular Economy. <https://doi.org/10.3389/frsus.2022.899289>

Brundtland, G. (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future [A Környezetvédelmi és Fejlesztési Világbizottság jelentése: Közös jövőnk]. United Nations General Assembly document A/42/427. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf> 2023.09.15.

Cohen, Maurie J. (2020). New Conceptions of Sufficient Home Size in High-Income Countries: Are We Approaching a Sustainable Consumption Transition? [Új elképzelések a megfelelő lakásméretről a magas jövedelmű országokban: közeledünk a fenntartható fogyasztási átmenethez?]. Housing, Theory and Society. 38. 2021. 173-203 <https://doi.org/10.1080/14036096.2020.1722218>

Devliegher, Lionel. (Ed.) (2014). Behind the green door, A Critical Look at Sustainable Architecture through 600 Objects [A zöld ajtó mögött, A fenntartható építészet kritikai szemrevételezése 600 tárgyon keresztül]. Oslo Architecture Triennale

Ehrenfeld, John R., (2019). The right way to flourish, Reconnecting to the real world [A virágzás helyes módja, Újracsatlakozás a való világhoz]. Routledge.

Európai Bizottság. (2019). Európai Zöld Megállapodás. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_hu 2022.06.29.

Ferenc pápa. (2015). Laudato si kezdetű enciklikája közös otthonunk gondozásáról. Szent István Társulat. https://regi.katolikus.hu/konyvtar/ferenc_papa_laudo_si_enciklika.pdf 2023.09.01.

Frampton, Kenneth. (2001). Technoscience and environmental culture: a provisional critique [Technotudomány és környezetkultúra: egy ideiglenes kritika]. Journal of Architectural Education 54(3) idézi Guy, Simon (2012). Introduction: Whither ‘Earthly’ Architectures: Constructing Sustainability. In: C. Creig Crysler et al (szerk.): The SAGE Handbook of Architectural Theory. SAGE Publications Ltd.

Fromm, Erich. (1984). Birtokolni vagy létezni? Egy új társadalom alapvetése. Akadémiai kiadó.

Gladek, Eva. (2019). The Seven Pillars of the Circular Economy [A körforgásos gazdaság hét oszlopa]. <https://www.metabolic.nl/news/the-seven-pillars-of-the-circular-economy/> 2022.13.07.

Guy, Simon (2012). Introduction: Whither ‘Earthly’ Architectures: Constructing Sustainability [Bevezető: Földszerű építészet felé: A fenntarthatóság építése]. In: CRYSLER, C. Creig et al (szerk.), The SAGE Handbook of Architectural Theory. SAGE Publications Ltd.

Lányi, Erzsébet. (2010). Környezettudatos épített környezet, A modellváltás elvei és építészeti eszközei. PhD értekezés. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem.

Raworth, Kate. (2017). Doughnut Economics, Seven Ways To Think Like A 21st-Century Economist [A fánk gazdaságtan, Hét mód arra, hogy gondolkodjunk úgy, mint egy 21. századi közgazdász]. Random House Business.

Schumacher, Ernst F. (2014). A kicsi szép. Katalizátor kiadó.

1. Fejezet

Circle Economy. (2022). The Circularity Gap Report 2022 [A körforgásossági hiány jelentés 2022]. (pp. 1-64, Rep.). Amsterdam: Circle Economy. <https://www.circularity-gap.world/2022#Download-the-report> 2022.06.29.

Cooper, Gary. (2015). Human Spaces Report. The Global Impact of Biophilic Design in the Workplace [Emberi terek jelentés, A biofilikus tervezés globális munkahelyekre gyakorolt hatása]. <https://www.p-plus.nl/resources/articlefiles/Human-Spaces-report-web-res-3.pdf.pdf> 2022.07.05.

European Commission. (2003). Indoor air pollution: new EU research reveals higher risks than previously thought [Beltéri levegőszennyezés: az új uniós kutatás magasabb kockázatokat tár fel, mint korábban gondolták]. <http://europa.eu/rapid/>

[press-release_IP-03-1278_en.htm](https://www.europa.eu/rapid/press-release_IP-03-1278_en.htm) 2022.07.05. 2022.11.12.

Guy, Simon (2012). Introduction: Whither ‘Earthly’ Architectures: Constructing Sustainability [Bevezető: Földszerű építészet felé: A fenntarthatóság építése]. In: CRYSLER, C. Creig et al (szerk.), The SAGE Handbook of Architectural Theory. SAGE Publications Ltd.

Hamming, Hans, Pit, Merel, Edens, Catja & Sladoljev, Igor. (2021). Lessons in circularity [Körforgásos tanulságok]. de Architekten Cie.

International Geosphere-Biosphere Programme. (2015). Planetary dashboard shows “Great Acceleration” in human activity since 1950 [A bolygónk az emberi tevékenység „Nagy gyorsulás”-ának jeleit mutatja]. press release. 15 January 2015. <http://www.igbp.net/news/pressreleases/pressreleases/planetarydashboardshowsgreataccelerationinhumanactivitiesince1950.5.950c2fa1495db7081eb42.html> 2022.08.24.

Raworth, Kate. (2017). Doughnut Economics, Seven Ways To Think Like A 21st-Century Economist [A fánk gazdaságtan, Hét mód arra, hogy gondolkodjunk úgy, mint egy 21. századi közgazdász]. Random House Business.

Richardson, J., Steffen W., Lucht, W., Bendtsen, J., Cornell, S.E., et.al. (2023). Earth beyond six of nine Planetary Boundaries [A Föld a kilenc ökológiai korlát közül haton túl van]. Science Advances, 9, 37. <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh2458> 2023.09.15.

Ulrich, Roger, Simons, Robert, Losito, Barbara, Fiorito, Evelyn, Miles, Mark & Zelson, Michael. (1991). Stress Recovery During Exposure to Natural and Urban Environments [Stresszből való felépülés természetes és városi környezetnek való kitettség során]. Journal of Environmental Psychology. 11: 201-230. Journal of Environmental Psychology. 11. 201-230. [http://doi.org/10.1016/S0272-4944\(05\)80184-7](http://doi.org/10.1016/S0272-4944(05)80184-7). 2022.07.03.

Van Assche, Peter. (2019). Architecture and Circular thinking [Építészet és körforgásos gondolkodás]. Amsterdam Academy of Architecture. <https://www.bouwkunst.ahk.nl/onderzoek/publicaties/publicatie/architectuur-circulair-denken/> 2022.10.09.

Zalasiewicz, Jan, Williams, Mark, G., Smith, Barry, Tiffany, Coe, Angela, Bown, Paul, Brechley, Patrick, Cantrill, David, Gale, Andy, Gibbard, Philip, Gregory, F., Hounslow, Mark, Kerr, Andrew, Pearson, Paul, Knox, Robert, Powell, John, Waters, Colin, Marshall,

John, Oates, Michael & Stone, Philip. (2008). Are we now living in the Anthropocene? [Most az antropocénban élünk?]. GSA Today. GSA Today. 18. 4-8. <https://web.archive.org/web/20110722194433/http://www.see.ed.ac.uk/~shs/Climate%20change/Geo-politics/Anthropocene%202.pdf> 2022. 08. 01.

2. Fejezet

Griggs, D., Stafford-Smith, M., Gaffney, O. et al. (2013). Sustainable development goals for people and planet [Fenntartható fejlődési célok az emberek és a bolygó számára]. Nature 495, 305–307 <https://doi.org/10.1038/495305a> 2022.07.20.

Gyulai, Iván. (2000). Fenntartható fejlődés. Intézet a fenntartható fejlődésért Alapítvány. http://www.mtvsh.hu/dynamic/fenntart/a_fenntarthato_fejlodes.pdf 2016.01.01.

McDonough, William & Braungart, Michael. (2002). Cradle to Cradle: remaking the way we make things [Bölcsőtől bölcsőig: újrakitalálni azt, hogy hogyan hozunk létre tárgyakat]. North Point Press.

Webster, Ken. (2013). What Might We Say about a Circular Economy? Some Temptations to Avoid if Possible [Mit mondhatunk a körforgásos gazdaságról? Néhány kísértés, amit jobb elkerülni]. World Futures, 69:7-8, 542-554. <http://dx.doi.org/10.1080/02604027.2013.835977> letöltve: 2015. 10.25.

3. Fejezet

Arkt építésziroda. (2014). Arkt Művészeti Ellátó, Eger, Magyarország. <http://www.arkt.hu/> 2022.07.08.)

Behnisch architekten. (1998). IBN – INSTITUTE FOR FORESTRY AND NATURE RESEARCH [Erdészeti és természeti kutatóintézet], Wageningen, Hollandia <https://behnisch.com/work/projects/0022> 2022.07.05.

Blue city. (2022). About Blue City [A kék városról]. <https://www.bluecity.nl/about-bluecity/> 2022.09.16.

Bouchain, Patrick. (2006). Piscine municipal, Begles [Városi uszoda, Begles]. https://www.frac-centre.fr/_en/art-and-architecture-collection/bouchain-patrick/les-bains-piscine-municipale-begles-317.html?authID=411&ensembleID=1773 2022.05.28.

Brand, Stewart. (1995). How buildings learn, What happens after they are built [Hogyan tanulnak az épületek? Mi történik velük miután megépültek?]. Penguin Books.

Brand, Stewart. (2018). Pace Layering: How Complex Systems Learn and Keep Learning [Sebesség

rétegek: Hogyan tanulnak a komplex rendszerek?]. Journal of Design and Science. <https://doi.org/10.21428/7f2e5f08> 2023.09.15.

Browning, William, Ryan, Catherine & Clancy, Joseph. (2014). 14 Patterns of biophilic design. Improving Health & Well-being in the Built Environment [A biofilikus tervezés 14 motívuma. Az egészség és a jólét javítása az épített környezetben]. Terrapin

Brundtland, G. (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future [A Környezetvédelmi és Fejlesztési Világbizottság jelentése: Közös jövőnk]. United Nations General Assembly document A/42/427. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf> 2023.09.15.

Cepezed. (2016). tijdelijke rechtbank amsterdam [Ideiglenes bíróság, Amsterdam] <https://www.cepezed.nl/en/project/tijdelijke-rechtbank-amsterdam/30529/> (2022.09.30.)

Cepezed. (2019). building d(emountable) [szétszedhető épület] <https://www.cepezed.nl/en/project/tijdelijke-rechtbank-amsterdam/30529/> (2022.09.30.)

Cramer, Jacqueline. (2017) The Raw Materials Transition in the Amsterdam Metropolitan Area: Added Value for the Economy, Well-Being, and the Environment [A nyersanyagok tranzíciója Amsterdam nagyvárosi térségében: hozzáadott érték a gazdaság, a jólét és a környezet számára]. Environment: Science and Policy for Sustainable Development, 59:3, 14-21, <https://doi.org/10.1080/00139157.2017.1301167>

CSTB. (2006). Patrick Bouchain: for a cultural, scientific and joint approach towards architecture [Patrick Bouchain: Az építészet kulturális, tudományos és közös megközelítéséért]. <http://www.cstb.fr/archives/english-webzine/anglais/january-2008-edition/patrick-bouchain-for-a-cultural-scientific-and-joint-approach-towards-architecture.html#:~:text=Patrick%20Bouchain%20has%20initiated%20the,to%20prevent%20contamination%20of%20bathers> 2022.05.28.

Demir, Ismail & Doğan, Cüneyt. (2020). Physical and Mechanical Properties of Hempcrete [A kenderbeton fizikai és mechanikai tulajdonságai]. The Open Waste Management Journal. 13. 26-34. <https://doi.org/10.2174/1874312902014010026/>

Despommier, Dickson. (2013). Farming up the city: The rise of urban vertical farms [A város felszántása: A városi vertikális farmok felemelkedése].

Trends in biotechnology. 31. 388-9. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2013.03.008>.

DOOR architecten. (2017). Onze eigen circulaire speeltuin, het PIT lab in de Tuin van BRET [A saját körforgásos játszóterünk, a PITlab Bret kertjében]. <https://doorarchitecten.nl/pit-lab/> 2022.09.16.

Englefield, Jane. (2021). Three Little Pigs story reinforces prejudices that biomaterials are “terrible” [A Három kismalac története megerősíti azokat az előítéleteket, miszerint a természetes anyagok “szörnyűek”]. <https://www.dezeen.com/2021/12/22/three-little-pigs-story-biomaterials/> 2022.05.26.

Fabényi, Júlia. (2016). Egy milliméter. In: Boros, Géza (Ed.) aektivátorok. Helyi aktív építészet (pp. 9-11) Ludwig Múzeum – Kortárs Művészeti Múzeum.

Fábián, Gábor & Fajcsák, Dénes. (2016). Az Ellátóról In: Boros, Géza (Ed.) aektivátorok. Helyi aktív építészet (pp. 135-137) Ludwig Múzeum – Kortárs Művészeti Múzeum.

Fazekas, Katalin, Oroszlány, Miklós & Kemes, Balázs. (Ed.) (2014). Biobrikett. Fazekas Katalin, Oroszlány Miklós

Ilimego. (2021). Vertical urban Farm [Függőleges városi farm], Romainville, Franciaország. <https://ilimego.com/en/projets/cultiver/cite-maraichere>

International Living Future Institute. (2022). The Red list [A vörös lista]. <https://living-future.org/red-list/> 2023.03.31.

Lányi, Erzsébet. (2010). Környezettudatos épített környezet, A modellváltás elvei és építészeti eszközei. PhD értekezés. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem.

Madaster. (2022). Our purpose [A célunk]. <https://madaster.com/our-purpose/> (2022.07.03.)

McDonough, William & Braungart, Michael. (2002). Cradle to Cradle: remaking the way we make things [Bölcsőtől bölcsőig: újrakitalálni azt, hogy hogyan hozunk létre tárgyakat]. North Point Press.

Niessen, Laura & Bocken, Nancy. (2021). How can Businesses Drive Sufficiency? The Business for Sufficiency Framework [Hogyan tudnak vállalkozások előrevinni az elégségességet. Vállalkozások az elégségességért keretrendszer]. Sustainable Production and Consumption. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.07.030> 2022.08.24.

Platform CB23. (2021). Leidraad circulair ontwerpen – versie 1 [Körforgásos tervezési útmutató – 1. verzió]. Platform CB23. https://platformcb23.nl/images/leidraden/PlatformCB23_Leidraad_Circulair-Ontwerpen_versie1.pdf (2021. 12.09.)

Preiser, Wolfgang F. E., White, Edward & Rabinowitz, Harvey. (2016). Post-Occupancy Evaluation [Használat utáni értékelés] (Routledge Revivals). Routledge

Rogers, Richard. (1991). The Artist and the Scientist [A művész és a tudós]. In: Bridging the Gap: Re-thinking the relationship of architect and engineer. Van Nostrand Reinhold.

Rural Studio. (2018). Our story. The road to Newbern [A történetünk, Az út Newbern-ig]. <https://ruralstudio.org/about/our-story/> 2023.09.15.

Schmidt III, Robert & Austin, Simon. (2016). Adaptable Architecture, Theory and practice [Alkalmazkodó építészet, elmélet és gyakorlat]. Routledge.

Schoof, Jakob. (2018). House without heating: Office building in Austria [Egy ház fűtés nélkül: Irodaház Ausztriában]. https://www.detail.de/en/de_en/house-without-heating-office-building-in-austria-16667 2022.05.25.

Somogyi, Krisztina. (2016). Szükségmegoldás pozitív felhanggal. Lokálitás, aktivitás, építészet. In: Boros, Géza (Ed.) aektivátorok. Helyi aktív építészet (pp. 53-73) Ludwig Múzeum – Kortárs Művészeti Múzeum.

Synchroon, Nest Natuurinclusief & Vogelbescherming Nederland. (2023). Natuurinclusief ontwikkelen. Een praktische gids met stappenplan en checklists [Ingatlanfejlesztés a természetet befogadva. Gyakorlati útmutató lépésről lépésre]. Synchroon.

Ten.studio. (2021). The Bright Side [A napos oldal]. <https://ten.studio/studio> (2022.09.30.)

Van Assche, Peter. (2019). Architecture and Circular thinking [Építészet és körforgásos gondolkodás]. Amsterdam Academy of Architecture. <https://www.bouwkunst.ahk.nl/onderzoek/publicaties/publicatie/architectuur-circulair-denken/> 2022.10.09.

van der Meulen, Vincent. (2022). Bouwen met een positieve footprint [Pozitív lábnyommal való építés]. Werkboek. Nai010 uitgevers.

van Oppen, Cécile, Polet, Marijn, Smeets, Robbin & van Aspert, Sven. (2020). Circulaire Verdienmodellen in de Bouw [Körforgásos üzleti mod-

ellek az építőiparban]. Copper8. https://www.copper8.com/wp-content/uploads/2020/02/Copper8-Circulaire-Verdienmodellen-in-de-Bouw.pdf (2022.06.24.)	publicatie/architectuur-circulair-denken/ 2022.10.09.		BREEAMNL. (2019). MAT8 Gebouwflexibiliteit [MAT8 épület alkalmazkodóképesség]. https://richtlijn.breeam.nl/credit/gebouwflexibiliteit-56 2022.06.20.	Rural Studio. (2000). Glass chapel [Üvegkápolna]. http://www.ruralstudio.org/projects/glass-chapel 2016.05.01.
Vermeulen, Walter, Reike, Denise & Witjes, Sjors. (2019). Circular Economy 3.0 - Solving confusion around new conceptions of circularity by synthesising and re-organising the 3R's concept into a 10R hierarchy [Körforgásos gazdaság 3.0 - A körforgásosság új koncepciói körüli zűrzavar megoldása a 3R koncepciójának szintetizálásával és 10R hierarchiába való átszervezésével]. Renewable matter 27. 2019. 12-15.	5. Fejezet Bekkering, J. D., Nan, C., & Schröder, T. W. A. (2021). Circularity and Biobased Materials in Architecture and Design [Körforgásosság és természetes anyagok az építészetben és design-ban]. https://downloads.ctfassets.net/h0msiyds6poj/4cUyquZDX8Zx6WlmxEgw94/b32f801bbb-24050527d10a00108617b9/CIRCULAR_Report.pdf 2022.06.05.		Carrasco, Sandra & O'Brien, David. (2021). Revisit: Quinta Monroy by Elemental [Az Elemental által tervezett Quinta Monroy újralátogatása]. The Architectural Review Issue 1477, December 2020/ January 2021.	Schmidt III, Robert & Austin, Simon. (2016). Adaptable Architecture, Theory and practice [Alkalmazkodó építészet, elmélet és gyakorlat]. Routledge.
XDGA. (2020). Melopee school [Melopee iskolaépület]. https://xdga.be/project/melopee-school 2022.09.12. Yanovshtchinsky, Vera, Huijbers, Kitty & Van den Dobbelsteen, Andy. (2012). Architectuur als klimaatmachine. Handboek voor duurzaam comfort zonder stekker [Az építészet mint klímagép. Kézikönyv az áram nélküli fenntartható komforthoz]. Sun	Cohen, Maurie J. (2020). New Conceptions of Sufficient Home Size in High-Income Countries: Are We Approaching a Sustainable Consumption Transition? [Új elképzelések a megfelelő lakásméretről a magas jövedelmű országokban: közeledünk a fenntartható fogyasztási átmenethez?]. Housing, Theory and Society. 38. 2021. 173-203 https://doi.org/10.1080/14036096.2020.1722218 Grima, Joseph. (2013). Really sustainable? [Tényleg fenntartható?] https://www.domusweb.it/en/architecture/2013/03/11/really-sustainable-.html 2022.07.06.		Circle Economy. (2020). THE CIRCULAR FACADE, Building a sustainable financial reality with Facades-as-a-Service [A körforgásos homlokzat, a „homlokzat mint szolgáltatás” fenntartható pénzügyi modell létrehozása]. Circle Economy https://www.circle-economy.com/resources/facade-as-a-service 2020.10.21.	Weiskopf, András. (2015). LEBSTÜCK MÁRIA U. 63-69. Esettanulmány egy házigyári technológiával készült panelos lakóépület fenntarthatóságának lehetőségeiről. http://dla.epitesz.bme.hu/append-files/953-150612_tk_weiskopf.pdf 2015. 12.15.
Zöld, András. (1999). Energiatudatos építészet. Műszaki könyvkiadó. 4. Fejezet Brand, Stewart. (1995). How buildings learn, What happens after they are built [Hogyan tanulnak az épületek? Mi történik velük miután megépültek?]. Penguin Books.	Hammink, Hans, Pit, Merel, Edens, Catja & Sladoljev, Igor. (2021). Lessons in circularity [Körforgásos tanulságok]. de Architekten Cie. Scharmer, Otto. (2013). From ego-system to eco-system economies [Az egó-szisztémától az ökoszisztémáig]. Open Democracy. https://www.opendemocracy.net/en/transformation/from-ego-system-to-eco-system-economies/ 2022.08.08	105	DP6. (2021). SCE Henegouwenlaan. https://www.dp6.nl/projecten/sce-henegouwenlaan 2022.09.12. Hannema, Kirsten. (2016). Woon-werkgebouw Patch22 [Patch22 iroda- és lakóház] https://www.architectuur.nl/project/woon-werkgebouw-patch22/ 2022.09.12.	DOOR architecten. (2020). In de ‘Hive’ zoemt het van innovatie [A hive-ban pezseg az innováció]. https://doorarchitecten.nl/portfolio/interieur-kantoor-voor-heijmans/ 2022.09.12.
DOOR architecten. (2015). Slimme toren komt tot -tweede- leven [Az okos torony második életre kel]. https://doorarchitecten.nl/portfolio/interieur-kantoor-gemeente-eindhoven/ 2022.09.12. Fábián, Gábor & Fajcsák, Dénes. (2016). Az Ellátóról In: Boros, Géza (Ed.) aaktivátorok. Helyi aktív építészet (pp. 135-137) Ludwig Múzeum – Kortárs Művészeti Múzeum.	Van Assche, Peter. (2019). Architecture and Circular thinking [Építészet és körforgásos gondolkodás]. Amsterdam Academy of Architecture. https://www.bouwkunst.ahk.nl/onderzoek/publicaties/publicatie/architectuur-circulair-denken/ 2022.10.09.		Kronavetter, Péter, Kukucska, Gergely, Mihály, Eszter & Pelle, Zita. (2014). Napbácsi, büfé a római parton. In: Szabó Levente DLA (Ed.) (2014). Régió és identitás, A BME Építőművészeti Doktori Iskola Évkönyve 2013/14. (pp.20-25) BME Építőművészeti Doktori Iskola.	LEVS architecten. (2023). Carbon-based design [Szén-dioxid alapú tervezés]. https://carbonbased-design.nl/#download-bestel 2023.03.15.
Polyák, Levente. (2016). Talált erőforrások, bizalom és együttműködés a kulturális helyszínek új generációja Európában. In: Boros, Géza (Ed.) aaktivátorok. Helyi aktív építészet (pp. 17-34) Ludwig Múzeum – Kortárs Művészeti Múzeum. Schreck, Ákos. (2017). Nem befejezett tervezés. DLA értekezés. BME Építőművészeti Doktori Iskola.	M1. számú melléklet Bánáti Hartvig építésziroda. (2020). A Bánáti + Hartvig építésziroda új irodaépülete. https://bh.hu/portfolio-page/a-banati-hartvig-epitesz-iroda-uj-irodaepulete/ weisy2022.09.30. BCI GEBOUW. (2022). Uitgebreide Toelichting BCI Gebouw [A BCI épület részletes leírása]. https://bcigebouw.nl/uitgebreide-toelichting/ 2022.06.20.		Ovam. (2016). 24 Ontwerprichtlijnen Veranderingsgericht Bouwen [A változást lehetővé tevő építés tervezési vonatkozásai]. https://ovam.vlaanderen.be/24-ontwerprichtlijnen 2022.05.28.	Pontlabor. (2010). K201 építészkar közösségi terem http://www.pontlabor.hu/k201/k201.php (2022.09.12.)
Van Assche, Peter. (2019). Architecture and Circular thinking [Építészet és körforgásos gondolkodás]. Amsterdam Academy of Architecture. https://www.bouwkunst.ahk.nl/onderzoek/publicaties/	Brand, Stewart. (1995). How buildings learn, What happens after they are built [Hogyan tanulnak az épületek? Mi történik velük miután megépültek?]. Penguin Books.			

4. melléklet

Képek jegyzéke

1. ábra: Az oxfordi New College étkezője, New College, Oxford, https://www.new.ox.ac.uk/dining	6. ábra: A fenntarthatóság erős koncepciója, saját ábra, Fleischer, 2007 ábrája alapján Fleischer Tamás: Fenntartható fejlődés, környezeti, társadalmi és gazdasági tényezők. In: Háttér-tanulmányok a magyar külstratégiához. Magyarország globális környezete 2020-ig. MTA Világ-gazdasági Kutatóintézet. Bp. 2007.		
2. ábra: Egy új, fenntartható társadalom felé, saját ábra, Bocken et al., 2022 ábrájának fordítása, Bocken, Nancy M. P., Niessen, Laura & Short, Samuel W. (2022). The Sufficiency-Based Circular Economy—An Analysis of 150 Companies [Az elégségességen alapuló körforgásos gazdaság – 150 vállalkozás elemzése]. Front. Sustain., 03 May 2022. Sec. Circular Economy. https://doi.org/10.3389/frsus.2022.899289	7. ábra: A táplálékháló és a táplálékháló az ember megjelenése után, saját ábra	107	108
3. ábra: A fánk gazdasági modell, saját ábra Raworth, 2017 ábrájának fordítása, Raworth, Kate. (2017). Doughnut Economics, Seven Ways To Think Like A 21st-Century Economist [A fánk gazdaságtan, Hét mód arra, hogy gondolkodjunk úgy, mint egy 21. századi közgazdász]. Random House Business.	8. ábra: A megújuló építészet szempontrendszer, saját ábra		
4. ábra: A világ kilenc létfenntartó rendszere közül hat veszélyben van, Richardson et al., 2023 ábrájának fordítása Richardson, J., Steffen W., Lucht, W., Bendtsen, J., Cornell, S.E., et.al. (2023). Earth beyond six of nine Planetary Boundaries [A Föld a kilenc ökológiai korlát közül haton túl van]. Science Advances, 9, 37. https://doi.org/10.1126/sciadv.adh2458 2023.09.15.	9. ábra: Átfedések és összefüggések a megújuló építészet szempont-rendszerében, saját ábra		
5. ábra: A világ-gazdaságban évente körülbelül 100 Gigatonna nyersanyag kerül felhasználásra, ennek nagyjából 39%-a jut az építőiparra, és kevesebb, mint 9%-a kerül újrafelhasználásra, saját ábra Circle economy, 2022 ábrájának átdolgozása, Circle Economy. (2022). The Circularity Gap Report 2022 [A körforgásosság hiány jelentés 2022]. (pp. 1-64, Rep.). Amsterdam: Circle Economy. https://www.circularity-gap.world/2022#Download-the-report 2022.06.29.	10. ábra (balra): Kuijpers irodaház bővítése, s'-Hertogenbosch, 2019-2023, Aiste Rakauskaite Photography		
	11. ábra: a meglévő irodaépületek az átépítés előtt, https://lemariagedelouise.be/kuijpers---technisch-dienstverlener-den-bosch-2159235164008416628/		
	12. ábra: Természetes és társadalmi körforgások, saját ábra		
	13. ábra: Behnisch építésziroda, egyetemi laborépület, Wageningen, https://behnisch.com/work/projects/0022		
	14. ábra: Patrick Bouchain, Begles önkormányzati uszoda felújítása, http://construire-architectes.over-blog.com/l-oasis-piscine-de-b%C3%A8gles		
	15. ábra: Baumschlager Eberle, 2226 irodaház, https://www.baumschlager-eberle.com/werk/projekte/projekt/2226-emmenweid-schweiz/		
	16. ábra: Ilmelgo és Secousses, romainville-i függőleges farm, https://ilimelgo.com/en/projets/cultiver/cite-maraichere		
	17. ábra: Fazekas Katalin, Kemes Balázs, Oroszlány Miklós, A monori biobrikett szárító, https://epiteszforum.hu/a-monori-biobrikett-szarito		
	18. ábra: Arkt építésziroda, Az egri ellátó belső tere, http://www.arkt.hu/hu/epiteszet/kozepulet/ellato-arkt-muveszeti-kozpont		
	19. ábra: DOOR architecten, saját irodaépület, az ideiglenes épület 74%-ban újrahaszánt anyagokból épült, https://doorarchitecten.nl/pit-lab/		
	20. ábra: a meglévő épületek szerkezeteinek számbavétele, DOOR architecten		
	21. ábra: a meglévő épületek anyagainak számbavétele, DOOR architecten		
	22. ábra: a beltéri növényfalak, Aiste Rakauskaite Photography		
	23. ábra: az ihletül szolgáló természetvédelmi területek fotói, forrás ismeretlen		
	24. ábra: az új, épületeket összekötő pergola, Aiste Rakauskaite Photography		
	25. ábra: a holland klímahomlokzat nyári és téli működése, DOOR architecten		
	26. ábra: a legrövidebb út a lépcsőn át vezet, Aiste Rakauskaite Photography		
	27. ábra: az összekötő épület földszinti alaprajza, DOOR architecten		
	28. ábra: az összekötő épület 1. emeleti alaprajza, DOOR architecten		
	29. ábra: az összekötő épület 2. emeleti alaprajza, DOOR architecten		
	30. ábra: az összekötő épület hosszmetszete, DOOR architecten		
	31. ábra: az építőanyagok körforgása, saját ábra		
	32. ábra: Pillangó diagram, saját ábra az Ellen MacArthur Foundation, 2013 ábrájának fordítása és átdolgozása, Ellen MacArthur Foundation. (2013). Towards the circular Economy vol.I. Ellen MacArthur Foundation. https://ellenmacarthurfoundation.org/towards-the-circular-economy-vol-1-an-economic-and-business-rationale-for-an		
	33. ábra: De Twee Snoeken, kenderbeton homlokzat mészkövel a hollandiai Voorst városházán, https://architectenweb.nl/nieuws/artikel.aspx?ID=52057		
	34. ábra: a hasadó épületrétegek, saját ábra, Brand, 1995 ábrájának fordítása, Brand, Stewart. (1995). How buildings learn, What happens after they are built [Hogyan tanulnak az épületek? Mi történik velük miután megépültek?]. Penguin Books.		
	35. ábra: a szétszedhetőség fajtái, saját ábra		
	36. ábra: cepezed, az amszterdami ideiglenes bíróság épülete, https://www.cepezed.nl/en/project/temporary-court-amsterdam/30529/		
	37. ábra: cepezed, szétszedhető irodaház, Delft, www.cepezed.nl/en/project/building-demountable/28429/		
	38. ábra: A 10 R körforgások, saját ábra Cramer, 2017 ábrájának fordítása és átdolgozása, Cramer, Jacqueline. (2017) The Raw Materials Transition in the Amsterdam Metropolitan Area: Added Value for the Economy, Well-Being, and the Environment [A nyersanyagok tranzíciója Amszterdam nagyvárosi térségében: hozzáadott érték a gazdaság, a jólét és a környezet számára]. Environment: Science and Policy for Sustainable Development, 59:3, 14-21, https://doi.org/10.1080/00139157.2017.1301167		
	39. ábra: a meglévő és az új épület, Aiste Rakauskaite Photography		
	40. ábra: helyszíni beton nélküli földszinti padlóburkolat, Aiste Rakauskaite Photography		
	41. ábra: a meglévő épületek új irodaterei, Aiste Rakauskaite Photography		
	42. ábra: álmennyezeti szigetek csak ahol szükségesek, Aiste Rakauskaite Photography		
	43. ábra: A funkció és tér körforgása, saját ábra		
	44. ábra: A bizonytalanság paradoxon, saját ábra Schmidt III & Austin, 2016 ábrájának fordítása, Schmidt III, Robert & Austin, Simon. (2016). Adaptable Architecture, Theory and practice [Alkalmazkodó építészet, elmélet és gyakorlat]. Routledge.		

45. ábra: A civilizáció összetevőinek változási sebessége, saját ábra Brand, 2018 ábrájának fordítása, Brand, Stewart. (2018). Pace Layering: How Complex Systems Learn and Keep Learning [Sebesség rétegek: Hogyan tanulnak a komplex rendszerek?]. Journal of Design and Science. https://doi.org/10.21428/7f2e5f08 2023.09.15. 46. ábra: ten.studio, az 500 évre épülő tartószerkezet, 24. Ábra: az 500 évre épülő tartószerkezet, https://ten.studio/studio 47. ábra: téri és funkcionális specifikusság, saját ábra Schmidt III & Austin, 2016 ábrájának fordítása, Schmidt III, Robert & Austin, Simon. (2016). Adaptable Architecture, Theory and practice [Alkalmazkodó építészet, elmélet és gyakorlat]. Routledge. 48. ábra: XDGA, Melopée iskola, Ghent, https://xdga.be/project/melopee-school 49. ábra: Az alkalmazkodó-képesség fajtái, saját ábra, Schmidt III & Austin, 2016 ábrájának átdolgozása és fordítása, Schmidt III, Robert & Austin, Simon. (2016). Adaptable Architecture, Theory and practice [Alkalmazkodó építészet, elmélet és gyakorlat]. Routledge. 50. ábra: az előcsarnok többféle használatra alkalmas tere, Aiste Rakauskaite Photography 51. ábra: az irodában nyitott és zárt terek váltakoznak, Aiste Rakauskaite Photography 52. ábra: a pályázati terv növekedési modellje, DOOR architecten 53. ábra: az előcsarnok az új épület szíve, Aiste Rakauskaite Photography 54. ábra: tágas közlekedőterek, Aiste Rakauskaite Photography 55. ábra: A nyitott végű tervezés összetevői, saját ábra 56. ábra: bureau SLA, Noorderparkbar pavilon, Amsterdam, https://bureausla.nl/project/noorderparkbar/?lang=en 57. ábra: minusplus, a Prezi iroda, https://www.minusplus.hu/project/prezi-com-irodahaz/ 58. ábra: DOOR architecten, az eindhoveni városháza irodája, https://doorarchitecten.nl/portfolio/interieur-kantoor-gemeente-eindhoven/	59. ábra: új falnyílások a meglévő épületekben, Aiste Rakauskaite Photography 60. ábra: az újrahasznált téglá és beton burkolatok, Aiste Rakauskaite Photography 61. ábra: újrafelfedezés, körforgásos szigetek és gondolkodás-mód váltás, saját ábra 62. ábra: a körforgásos magok összekapcsolódása, saját ábra 63. ábra: az új fa lépcső, Aiste Rakauskaite Photography 64. ábra (következő oldalpár): dél-nyugati homlokzat, Aiste Rakauskaite Photography 65. ábra: pontlabor, a K210-es terem, http://www.pontlabor.hu/k201/k201.php 66. ábra: DOOR architecten, átrendezhető irodatér, Rosmalen, https://doorarchitecten.nl/portfolio/interieur-kantoor-voor-heijmans/ 67. ábra: Frantzen et al., a Patch22 lakóház, Amsterdam, https://patch22.nl/sustainability/ 68. ábra: Frantzen et al., a Patch22 lakóház egyik szintjének keresztmetszete, https://patch22.nl/sustainability/ 69. ábra: DP6, főiskolai épület alaprajza, https://www.dp6.nl/projecten/sce-henegouwenlaan 70. ábra: Elemental, méretezhető lakóépület, Quinta Monroy, https://www.archdaily.com/10775/quinta-monroy-elemental 71. ábra: Mihály Eszter, Pelle Zita és Kronavetter Péter, a Napbácsi büfé, https://welovebudapest.com/en/venue/nap-bacsi-1 72. ábra: Bánáti-Hartvig építésziroda, saját iroda, https://bh.hu/portfolio-page/a-banati-hartvig-epitesz-iroda-uj-irodaepulete/ 73. ábra: Rural Studio, üvegkápolna, http://www.ruralstudio.org/projects/glass-chapel 74. ábra: az előcsarnok újrahasznált téglaburkolata folytatódik az épület külső tereiben is, Aiste Rakauskaite Photography
--	---

5. melléklet

Tézisek

első tézis

Az építészet a jelen formájában, a gazdaság mintájára, végtelen növekedésből és korlátok nélkül elérhető anyagokból indul ki és hozzájárul a környezet károsításához. Az építésznek ki kell használniuk, hogy hatással vannak az építőipari folyamatokra. Felelősségük van az épületek (természetes, társadalmi és gazdasági) környezetre gyakorolt hatásában és ennek tudatában kell tervezniük. A fenntarthatóság helyett a tervezést egy olyan holisztikus szemléletmóddal kell megközelíteniük, mely újrafogalmazza a természet és az építészet viszonyát, körforgásokra és elégségességre épül.

második tézis

Olyan építészeti magatartásra van szükség, mely nem csupán a káros hatások csökkentésére törekszik, hanem amelynek kiindulópontja a Föld létfenntartó rendszerének, azaz a természetnek az erősítése. A természet egyensúlyának helyreállítása a természetes körforgások erősítésével lehetséges. Az építészetnek be kell kapcsolódnia a világot alkotó és közvetlen környezetében található körforgásokba, így tud megújulónak válni.

111

112

harmadik tézis

Az építészetet a teljes életciklusában, azaz a múlt, a jelen és a jövő szempontjait figyelembe véve kell tervezni ahhoz, hogy megújuló építészetet kapjunk.

A megújuló építészet

- megőrzi a közvetlen környezetében található természetes és társadalmi körforgásokat és újakat hoz létre, ezáltal a fogyasztás csökkentését éri el,
- az anyagok eredetének ismeretében választ egészséges, tiszta, újrahasznált és megújuló anyagokat és lehetővé teszi az anyagok újrafelhasználhatóságát, ezáltal megteremti az anyagok körforgását,
- a funkció és szándék ismeretében választ megújulási és téri specifikussági stratégiát és ehhez igazítja az alkalmazkodóképességet, ezáltal az épületek és anyagaik gazdaságos, hosszútávú használatát teszi lehetővé.

negyedik tézis

A megújuló építészeti tervezés egy nyitott folyamat, ami

- a múlt tanulságaira és adottságaira épít, ezért elfogadja a tökéletlenséget és belső szépségre törekszik,
- a jelen feladványait oldja meg tehát alkalmazkodik az elérhető anyagokhoz,
- valamint nyitott marad a jövő változásai felé ezért hosszútávú jelenlétre törekszik.

ötödik tézis

A megújuló építészet

- a múltba tekintés által az újrafelfedezésre törekszik,
- a jelenben akar változást elérni a körforgásos magok elültetésével és az aktív tapasztalatszerzés és -megosztás által,
- a jövőbe tekint és gondolkodásmódbeli váltást sürget.

A megújuló építészet nem stílus, hanem magatartás és hozzáállás, eredménye egy élő, folyamatosan változó építészet, egy örök kísérlet.

6. melléklet

Abstract

Renewable architecture

Design principles and strategies in a world built on circularity and sufficiency

As a result of human activity, nature became out of balance, and the conditions necessary for our life have been endangered. As a result of the current functioning of the economy, the social balance has also been upset, which leads to inequality and injustice. Architecture is partially responsible for these problems, it has a negative impact on our natural environment. Architects, like other players of the building industry have a responsibility in these negative effects. We need to change the way of designing, an architecture that contributes to economic and social changes, that are based on circularity and sufficiency.

Instead of the eco-efficiency of sustainability we need to strive for eco-effectiveness, architectural design and construction has to contribute positively to the environment. We must examine our actions from the viewpoint of ecology, we must see humanity as an element of nature's system. Natural cycles can serve as models for architecture. Architectural design based on renewal and on cycles is renewable architecture.

Renewable design examines the built environment in its entire life cycle and offers design principles that connects to the past, the present and the future. We have to take into account the aspects of nature, society and the economy, it is important to strive for preservation, reduction and recycling. All these need to be interpreted through the three basic elements of architecture: material, function and space.

The pursuit of preservation means sustaining and creating natural and social cycles. The reduction of consumption in buildings and cities can be achieved by leaning on the users. Materials need to be examined in their entire life cycle, it is primary to take their origin into account. Long term usability of materials can be achieved through layering and making disassembly possible. Additionally, efforts must be made to reuse materials. Long-term usability is how renewable architecture defines being economical. This is realized by enabling change. The functions and its changes need to be taken into account, together with the intention of the developer. All these affect the renewal cycle of buildings. The appropriate adaptability can be selected by defining the spatial and functional specificity.

Renewable design can be defined as open end design, which consists of the acceptance of imperfection, the pursuit of inner beauty, openness in material use, and the active use of long-term presence.

To achieve renewable architecture, traditional building techniques and our relationship to nature must be rediscovered. We have to start by planting circular seeds and connect them to each other. This way we can move towards a world based on circularity and renewal. An essential element for it is sharing and transferring knowledge. We have to change the way we think and strive for sufficiency. The goal is to achieve a living and ever-changing architecture.

7. melléklet

Thesis statements

First thesis statement

Architecture, in its current form, like the economy, takes infinite growth and limitlessly accessible materials as a starting point and contributes to harming the environment. Architects need to take advantage that they have an impact on the processes of the building industry. They have a responsibility for the (natural, societal and economical) impact of buildings and need to design considering these. Instead of sustainability, design needs to be approached with a holistic point of view, that redefines the relationship between nature and architecture and that is built on circularity and sufficiency.

Second thesis statement

There is a need for an architectural behavior that not only strives for the reduction of harming impacts but whose starting point is the strengthening of the Earth's life support system, i.e. nature. Restoring the balance of nature is possibly by strengthening its natural cycles. Architecture must get involved in the cycles that make up the world and its immediate environment, so it can become renewable.

115

116

Third thesis statement

Architecture must be designed in its entire life cycle, i.e. taking into account the aspects of the past the present and the future, in order to obtain renewable architecture.

Renewable architecture:

- Preserves the natural and social cycles in its immediate environment and creates new ones, thus achieving a reduction in consumption.
- Chooses healthy, clean, reused and renewable materials based on the knowledge of the origin of those materials and enables reuse of materials, thereby creating a circulation of materials.
- Chooses a renewal and spatial specificity strategy based on the knowledge of the function and intention and adjusts the adaptability accordingly. Thereby enabling economical, long-term use of buildings and their materials.

Fourth thesis statement

Renewable architectural design is an open process, that

- builds on the lessons and givens of the past, therefore accepts imperfection and strives for inner beauty,
- solves the puzzles of the present, so it adapts to the available materials,
- and remains open to the changes of the future, therefore its strives for a long-term presence.

Fifth thesis statement

Renewable architecture

- seeks to rediscover by looking into the past,
- wants to achieve change in the present by planting circular seeds and by actively gaining and sharing experience,
- looks to the future and calls for a change in thinking.

Renewable architecture is not a style, but a behavior and an attitude, the result of which is a living, constantly changing architecture, an eternal experiment.

8. melléklet

Szakmai önéletrajz

Török Bence **okl. építészmérnök**

emailcím torokbence@gmail.com

születési hely Budapest
születési idő 1983.12.05.
állampolgárság magyar

Tanulmányok

2013-2016 2008	BME Építészmérnöki Kar, Építőművészeti Doktori Iskola Diploma: Fejlesztőközpont fogyatékkal élő gyermekek számára
2002-2008	Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Építészmérnöki Kar
2006	Vitus Bering University College, Horsens, Dánia, Erasmus ösztöndíjjal
1998-2002	Budai Ciszterci Szent Imre Gimnázium, Budapest

MUNKAHELYEK

2017- 2016-2017 2013-2016	DOOR architecten, Amsterdam Emma architecten, Amsterdam doktorandusz, BME Építészmérnöki Kar, Középülettervezési tanszék
2013-2016 2010-2013 2009-2010 2008-2009	bytheway architects, Budapest MádiLáncos Studio, Budapest teamajor Kft, Major György DLA irodája, Budapest Gyüre Zoltán, Mórocz Tamás és Sajtos Gábor irodája, Budapest
2006	Földes és Társai Építésziroda, Budapest

Oktatói tevékenység

2020-2021	Arnhem és Nijmegen-i főiskola (HAN), külsős diplomakonzulens
2016-2017	delfti Műszaki Egyetem, Heritage&Architecture tárgy, vendégkonzulens
2015-2016	Középülettervezés 2. c. tárgy, konzulens
2014-2015	Tanszéki terv c. tárgy, konzulens
2013-2014	Térkompozíció c. tárgy, konzulens

Díjazott pályázatok

2019	Kuijpers irodaház bővítése, s’-Hertogenbosch, Hollandia meghívásos tervpályázat - I. díj Saskia Oranje, Karin Dorrepaal, Simone Schade
2018	Intermaris lakásszövetkezet iroda átalakítása, Hoorn, Hollandia meghívásos tervpályázat - I. díj Saskia Oranje, Karin Dorrepaal, Gurbe van Belle, Simone Schade
2015	Liget Budapest, Új Nemzeti Galéria és Ludwig Múzeum, Budapest meghívásos nemzetközi tervpályázat - II. díj Balázs Mihály, Falvai Balázs, Nagy Márton, Pelle Zita, Török Dávid, Tatár Balázs, Vannay Miklós, Varga Mónika, Borsos Melinda, Kemes Balázs, Mihály Eszter, Szabó Péter, Karácsony Tamás
2014	Ferenc tér rehabilitációja, Budapest DLA zártkörű tervpályázat - I. díj Mihály Eszter, Pelle Zita, Pálffy Sándor DLA
2014	Aquincum Múzeum régi múzeumépületének és a körülötte lévő romterület rehaibilitációja, Budapest DLA zártkörű tervpályázat - III. díj Pelle Zita, Mihály Eszter
2013	Táj/pont, turisztikai információs pont, Magyarország nyílt építészeti ötletpályázatot - megosztott III. díj
2010	Pestszentimre óvoda pályázat, Budapest nyílt, országos tervpályázat - megvétel Gönczi Anikó, Németh Ákos, Kronavetter Péter, Varga Piroska

2010	Victor Vasarely Nemzetközi Művészeti Pályázat a Köztéri Művészetért, Pécs nyílt, országos tervpályázat - kiemelt pályamű Szántay Zsófia			2015	Belle, Simone Schade Kalászi utcai könyvtár átalakítása, Budapest nyílt, országos tervpályázat Mihály Eszter
2006	A telki templom belsőépítészeti átalakítása, Telki hallgatói tervpályázat - II. díj Szántay Zsófia			2013	Mild Home és Eco Green Village, Győr meghívásos építészeti ötletpályázat Szigeti Nóra, Varga Piroska, Szabó Dávid
2006	horsensi városkapu, Horsens, Dánia hallgatói tervpályázat - II. díj Szigethy Eszter			2013	Idősek otthona bővítése, Herisau, Svájc nyílt, országos tervpályázat Németh Ákos, Varga Piroska, Szigeti Nóra
További pályázatok				2014	újpalotai közösségi ház, Budapest nyílt, országos tervpályázat Pelle Zita, Balázs Marcell
2020	Oldambt-i városháza, Oldambt, Hollandia nyílt, nemzetközi tervpályázat Saskia Oranje, Karin Dorrepaal, Joanna Josip, Simone Schade, Nihat Mert Ogut, Ane Beraza, Maialen Santos			2011	Europan 11, Bécs, Ausztria nyílt, nemzetközi tervpályázat Varga Piroska, Mihály Eszter, Szigeti Nóra, Németh Ákos, Kronavetter Péter
2020	Társasház pályázat, Vreeswijk, Amsterdam, Hollandia nyílt, országos tervpályázat Saskia Oranje, Karin Dorrepaal, Simone Schade, Nihat Mert Ogut, Ane Beraza, Maialen Santos	<u>119</u>	<u>120</u>	2011	Országzászló pályázat, Jászberény nyílt, országos tervpályázat Németh Ákos, Varga Piroska, Kronavetter Péter
2020	Vitruviusweg társasház pályázat, Eindhoven Hollandia nyílt, országos tervpályázat Saskia Oranje, Karin Dorrepaal, Simone Schade, Nihat Mert Ogut, Ane Beraza, Maialen Santos			Megépült munkák	
2019	VDMA terület fejlesztése, Eindhoven, Hollandia nyílt, országos tervpályázat Saskia Oranje, Karin Dorrepaal, Simone Schade, Nihat Mert Ogut, Ane Beraza			2019-2023	Kuijpers irodaház bővítése, s'Hertogenbosch Saskia Oranje, Karin Dorrepaal, Gurbe van Belle, Annemarijn Haarink, Simone Schade, Liesbeth Faber
2018	Centrumeiland társasház pályázat, Amsterdam, Hollandia nyílt, országos tervpályázat Saskia Oranje, Karin Dorrepaal, Mikel Odrioyola, Gurbe van Belle, Simone Schade			2019-2020	BCC iroda átalakítása, Rosmalen, Hollandia Karin Dorrepaal, Joanna Josip
2018	Buiksloterham társasház pályázat, Amsterdam, Hollandia nyílt, országos tervpályázat Saskia Oranje, Karin Dorrepaal, Mikel Odrioyola, Gurbe van			2018-2020	Intermaris lakásszövetkezet iroda átalakítása, Hoorn, Hollandia Saskia Oranje, Karin Dorrepaal, Gurbe van Belle, Simone Schade
				2016	Tornaterem átalakítása lakássá, IJmuiden, Hollandia Jurg Hertog, Evelien Kranstauber

2016-2017	NBCU iroda belsőépítészete, Moszkva, Oroszország Jurg Hertog				Saskia Oranje, Nihat Mert Ogut
2015-2018	V8 villa, Budapest Sárosdi-Mádi Krisztina, Lángos Áron			2014	Iskola bővítés és átalakítás, Makó, Magyari Zsuzsa, Nagy Balázs, Oroszlány Miklós
2015-2016	nyaraló átalakítása, Paloznak Móder Edit			2008	Gyáli 12 irodaház, Budapest, Hungary Bódi Eszter, Gyüre Zoltán, Danis Rita
2015-2016	T villa átalakítása, Budapest			2008	120 lakásos társasház, Budapest Plájer János, Gyüre Zoltán, Danis Rita
2013	Ustream iroda belsőépítészete, Budapest Sárosdi-Mádi Krisztina, Lángos Áron, Móder Edit			Publikációk	
2013	National Instruments iroda belsőépítészete Sárosdi-Mádi Krisztina, Lángos Áron			2015	Török Bence: Eszközkeresés In: Szabó Levente (szerk.) A Dunánál 2014/15. Bp., BME Építőművészeti Doktori Iskola, 2015. pp. 140-149.
2012	NNG iroda belsőépítészete Sárosdi-Mádi Krisztina, Lángos Áron, Móder Edit			2015	Hurták Gabriella, Kun Tamás, Oroszlány Miklós, Török Bence: Nagyvásártelep, Válságstratégiák vízparti és ipari műemléki területekre In: Szabó Levente (szerk.) A Dunánál 2014/15. Bp., BME Építőművészeti Doktori Iskola, 2015. pp. 29-33.
2011	Casati hotel átalakítása Sárosdi-Mádi Krisztina, Lángos Áron, Móder Edit, Kovács Andrea	<u>121</u>	<u>122</u>		
2010	Synergon iroda belsőépítészete Sárosdi-Mádi Krisztina, Lángos Áron			2014	Török Bence: Pont a tájban, Építészfórum https://epiteszforum.hu/pont-a-tajban
2010	Roche iroda átalakítása, Budaörs Sárosdi-Mádi Krisztina, Lángos Áron			2014	Kerékgyártó Béla PhD, Török Bence, Máthé Dóra: TU Delft, Egy képzési modell és egy tervezési kurzus tanulságai In: Kerékgyártó Béla PhD és Szabó Levente DLA (szerk.) Építészet és oktatás 2015/16. Bp., BME Építőművészeti Doktori Iskola, 2016. pp. 174-180.
2009	gödöllői művelődési ház belsőépítészete Major György DLA				
2009	bicskei rendelőintézet belsőépítészete Major György DLA			2014	Török Bence: Kelet-közép-európai online építészeti oldalak In: Szabó Levente (szerk.) Régió és identitás 2013/14. Bp., BME Építőművészeti Doktori Iskola, 2014. pp. 66-75.
Egyéb munkák, tervek				2014	Kovács-Magyari Zsuzs, Nagy Balázs, Oroszlány Miklós, Török Bence: Boldogasszony iskolanővérek, Rövid és hosszú távú fejlesztési lehetőségek a makói iskolában, In: Szabó Levente (szerk.) Régió és identitás 2013/14. Bp., BME Építőművészeti Doktori Iskola, 2014. pp. 38-43
2021	Yurakucho irodaház fejlesztési koncepcióterv, Tokyo, Japán Saskia Oranje, Karin Dorrepaal, Nihat Mert Ogut				
2020-2021	Duna parti családi ház, Dunakeszi				
2016 -	Marktkwartier 35 lakásos társasház, Amsterdam			2013	Sárosdi-Mádi Krisztina, Lángos Áron, Török Bence:

Nyelvtudás

német	felsőfok
angol	középfok
francia	középfok
holland	középfok

Programok

Archicad, Autocad, Revit, Adobe Photoshop, Adobe
Illustrator, Adobe InDesign, Microsoft Office csomag

123124

Jogosítvány

B kategória

9. melléklet

Nyilatkozat

Alulírott Török Bence kijelentem, hogy a doktori értekezést magam készítettem és abban csak a megadott forrásokat használtam fel. Minden olyan részt, amelyet szó szerint, vagy azonos tartalomban, de átfogalmazva más forrásból átvettem, egyértelműen, a forrás megadásával megjelöltem.

Hozzájárulok a doktori értekezésem interneten történő nyilvánosságra hozatalához korlátozás nélkül, de eseti hozzájárulásommal.

A doktori értekezés és a tézisfüzetek digitális és nyomtatott tartalma megegyezik egymással.

Nem állok doktori fokozat visszavonására irányuló eljárás alatt, illetve nem vontak vissza tőlem 5 éven belül doktori fokozatot.

Ugyanezen tudományágban doktori fokozatszerzési eljárást, illetve fokozatszerzési eljárásra való jelentkezésemet két éven belül nem utasították el, illetve két éven belül nem volt sikertelenül zárult doktori védésem.

Török Bence

Amsterdam, 2023.10.10.

10. melléklet

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom a doktori iskola oktatóinak és különösen Kerékgyártó Bélának, hogy elindítottak a kutatás útján, ami eleinte nehezen indult, de az évek során egyre élvezetesebbé és izgalmasabbá vált.

Köszönöm Major Györgynek, aki először egyetemi konzulensként, majd később vezető tervezőként és végül témavezetőként hatással volt építészeti gondolkodásmódomra és újra és újra segített meglátásaival és gondolkodásmódjával.

Köszönöm Édesapámnak a végleges szöveg lektorálását.

125

126

Acknowledgments

I would like to thank the founders of DOOR architecten, Karin Dorrepaal and Saskia Oranje, for creating a work environment that strives towards the purpose of leaving behind us a better world for future generations.

To them and all my past and present colleagues at DOOR architecten, I thank for the joy of shared projects, during which we explore the steps towards a future proof architecture.

I thank Ane Beraza for the help with the graphical part of my thesis and for the pep-talks when I was feeling stuck.

Finally I want to say thank you to Ruben Lemetre for being my patient support all along this seemingly never ending project, the writing of this thesis.

A dolgozat fizikai megvalósításánál is az elégségesség elveire törekedtem, ennek jegyében készültek a fekete fehér vonalas ábrák, választottuk a betűtípust, a tördelést, a papírt valamint a kötést.

Grafikai tervezés:	Ane Beraza
Nyomda:	Chris Russel
Kötés:	Boekbinderij Seugling
Papír:	Biotop Gmund Bio Cycle Chlorophyll
Betűcsalád:	Noto Sans
Készült:	8 példányban (2. utánnyomás)



